

Phys. sp.

726

m

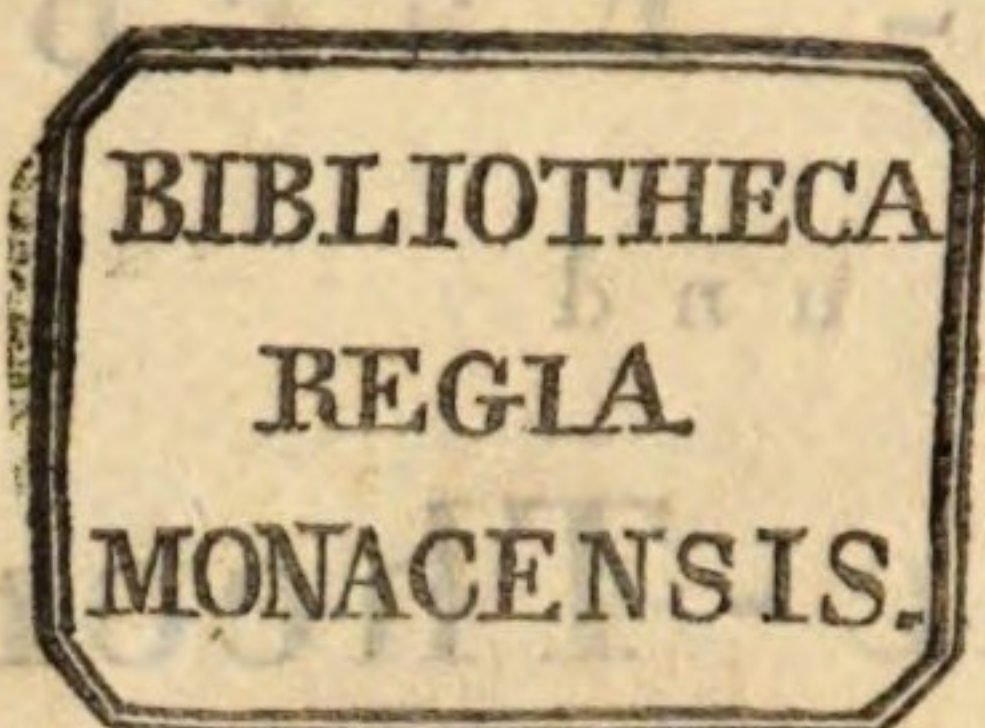
R

Dynamische
Licht - Farben -
und
Wärme - Theorie.

Von
Joseph Weber,
der Theologie Doctor,
und
Professor der Physik in Dillingen.

Augsburg, 1818.

Gedruckt und zu haben in der Roesl'schen
Verlagshandlung.



Eine Kraft, Ein Geist beseelte das Ganze vom
Anfang,
Deine Gestalt (o Gott!) wo sehen wir sie nicht?
Im Feuer, im Wasser,
In dem Dunkel der Nacht, im Lichte des Tages
entzückest Du;
Denn die Natur ist Deine Gestalt. — —

Orpheus.

Dynamische
Licht- Farben- und Wärme- Theorie.

E i n l e i t u n g.

Geht man forschend an die Natur, um sich von ihrem Wirken und Treiben Erkenntnisse zu verschaffen, und daraus

**Bildung
und Nutzen**

zu schöpfen, so stößt man nicht leicht anderswo auf grössere Schwierigkeiten, als in Forschung der **Licht- Farben- und Wärme- Phänomene.**

Die Licht - Farben - und Wärme - Phänomene liegen uns erst recht nahe vor Augen; sie sind höchst mannigfaltig und kündigen sich durchweg auch für das gemeine Leben ganz besonders wichtig an. Die Licht - Farben - und Wärme - Phänomene waren deshalb von jeher Lieblingsgegenstände physikalischer Untersuchungen; die größten Männer wendeten Zeit und Kraft auf Erforschung derselben. Indefs ist, wenn man das, was die Erfahrung lehret, und die Mathematik gemessen hat, abrechnet, von der „Natur des Lichts, der Farben und der Wärme“ noch immer wenig erkannt, oder das Erkannte doch nicht hinlänglich erörtert.

Ich gehe daher uicht ohne Schüchternheit an die Erforschung des Lichtes, der Farben und der Wärme. Bloß die Ueberzeugung, auch hier sei die dynamische Na-

turansicht die rechte Leiterin des Bestrebens, den Licht - Farben - und Wärme - Erscheinungen auf den Grund zu sehen, ermuthigt mich, den Versuch zu machen, Licht, Farben und Wärme in ihrem Wesen aufzusuchen, dieses in den Grundkräften der Natur zu erfassen, daraus dann die Licht - Farben - und Wärme - Phänomene zu deuten, und zur Verständniss zu geben, sonach eine dynamische Licht - Farben - und Wärme - Theorie aufzustellen.

Zwar gedenke ich nicht in jede Einzelheit einzugehen, sondern nur die Hauptmomente einer Licht - Farben - und Wärme - Theorie vorzutragen, und auf das hinzuweisen, was neue, oder doch helle und fruchtbare Ansichten eröffnet. Es wird daher Manches bloß berührt, und sofern diese

Abhandlung als Leitfaden zu meinen Vorlesungen bestimmt ist, der mündlichen Erörterung aufgespart. Jedem Leser soll es aber wie mich dünkt, klar werden, daß auch hier die Dynamik sich vermögend erweise, Einheit und Zusammenhang in die vielen und mannigfaltigen Licht - Farben - und Wärme - Erscheinungen zu bringen, und sie verständlich zu machen, wie es keine Hypothese jemals vermocht hat.

Allerdings hat auch die Dynamik ihre Mysterien, und läßt noch Wunderbares (Unerklärtes) genug in der Natur stehen. Aber auch darin hat die Dynamik etwas voraus, daß sie es einsieht, warum sich die Natur bei allen Fortschritten physikalischer Kenntnisse dennoch wunderreich zeige, und wohl auch wunderreich zeigen müsse; denn ihr ist die Natur „das unendliche Sein

sich selbst verendlichend, und sich in Zeit und im Raume offenbarend.“ Da bleibt dann das unendliche (allwirksame) Sein auch im Endlichen erscheinend, von unserem beschränkten Geiste, gleichwie unerschöpflich, so auch unerforschlich.

Aber eben dadurch wird die Erscheinungsnatur dem Naturforscher erst bedeutend. Nun sieht er überall nur Gestalten unendlicher Allkraft, die Alles in Allem wirkt, Alles nach ewigen Gesetzen ordnet, durch Zerstörungen producirt, die sichtbare Welt mit stets neuen Schönheiten schmückt, sich im Kleinsten wie im Größten allkräftig äußert — die ganze sichtbare Natur in einen wahren Tempel Gottes wandelt, und das forschende Gemüth über das Sinnliche erhebend, es mit Erstaunen und Ehrfurcht erfüllt, und zum tiefern Naturstudium begeistert.

Nämlich findet die Wissenschaft überhaupt, die Philosophie, nur in Gott einen Licht- und Haltpunct menschlicher Erkenntnisse: so kann sich auch eine Naturwissenschaft nur dadurch begründen, daß sie Alles in der Sinnenwelt auf das Göttliche bezieht, Alles in der Abhängigkeit von Gott betrachtet, und in allen Dingen nichts anderes erblicket, als die allwirksame, schöpferische Kraft — „Göttliches.“

I.

Dynamische Lichttheorie.

1.

Licht ist nach dem gemeinen Begriff das, was sichtbar ist, und die Dinge sichtbar macht, und sonach uns die Sinnenwelt in ihrem höchsten Reichthume und in ihrem schönsten Schmucke aufzeigt. Es ist daher ein eigener Reiz, womit uns das Licht zu seiner Forschung einlädt. Es haben auch von jeher grosse Männer ganz besonders das Licht zum Gegenstand ihrer Beobachtung und ihres Studiums gemacht, und seine Erscheinungen zu begreifen, und zu erklären gesucht.

2.

Aber der Forschgeist fand eben da seine Schranken, wo er den Erscheinungen des Lichtes auf den Grund zu sehen, und die.

selben auch zu verstehen strebte. Daher mag es gekommen sein, daß sich die scharfsinnigsten Lichtforscher von Untersuchung der Natur (des Wesens) des Lichtes abkehrten, und ihre Mühungen auf das blosse Experimentiren, Messen und Rechnen beschränkt haben. Aber da verließen sie auch den eigentlichen Boden der Physik, und flüchteten sich in das Gebiet der Empirie und Mathese. Schon Baco bemerkte dieß, und rügte: daß man die Untersuchung der Natur des Lichtes vernachlässige, und wohl Beweise scharfer Meßkunst, keineswegs aber Aufschlüsse über das Wesen des Lichtes gebe.

3.

Zwar haben wir in der Lehre vom Lichte der Empirie und Mathese vieles zu danken. Die Empirie und die Mathese haben die Optik, Dioptrik und Katoptrik gebildet, und zu grosser Vollkommenheit erhoben. Auch fand man durch Erfahrung und Meßkunst Werkzeuge und Vorrichtungen, die Bewunderung verdienen, und grossen Brauch und Nutzen geben. Ich erwähne nur der Mikroskope und der Teleskope; jene

zeigen uns eine vorhin nie gekannte Welt, und diese lassen uns in den unermesslichen Sternenhimmel hineinsehen, und seinem wundervollen Mechanismus nahe kommen.

* Ein merkwürdiges Belege, daß man in Hinsicht der Erkenntnifs der Natur ganz unwissend sein, und dennoch ihre Erscheinungen richtig beobachten, messen und berechnen könne.

4.

Die gefeiertsten Namen in der Lichtlehre sind Newton und Euler. Jener machte sich durch sein Emanationssystem, dieser durch sein Vibrationssystem berühmt. Beide sahen das Licht als eine feine Materie an; Newton liefs sie aus dem leuchtenden Körper ausströmen, Euler setzt sie durch das ganze Universum schon verbreitet, und läfst sie von den Körpern, die leuchtend erscheinen, durch Stofs in Bewegung kommen. Beide gaben sich daher einigermaßen mit Untersuchung der Lichtnatur ab, und verbanden so mit der Mathematik die Physik des Lichtes. Allein der physische Theil ihrer

Lehren steht dem mathematischen unendlich weit nach.

* Weitere Geschichte der Meinungen von der Beschaffenheit des Lichtes (nach Klügel); mit Zusätzen des Neuern.

5.

Nach Newton, dessen Ansicht von der Natur des Lichtes die herrschendste geworden, ist das Licht eine Materie von höchster Feinheit, die aus den leuchtenden Körpern z. B. aus den Sonnen ausgeht, und sich geradlinigt, in unbestimmbare Räume mit erstaunlicher Geschwindigkeit verbreitet. Dieselbe ist ferner höchst elastisch, und aus Theilen zusammengesetzt, die verschieden brechbar sind, und dann durch ein Prisma wirklich gebrochen, abgesondert zum Vorschein kommen, und sieben unterscheidbare Farben sichtbar machen.

6.

Allein die Annahme einer Lichtmaterie ist eine blosse Hypothese. Zudem giebt es Lichterscheinungen, die mit der Voraussetzung durchaus nicht vereinbar, sonach

schlechterdings unerklärbar sind. Desswegen fällt die Lichtlehre des Newtons durch die Regel Newtons: es sei nur jene Ursache der Naturerscheinungen für wahr zu halten, deren Realität erwiesen ist, und die dann zureicht, alle Erscheinungen zu erklären.

7.

Nämlich das Licht ist nicht nur das, was sichtbar ist, und sichtbar macht. Das Licht hat noch das Vermögen chemische Prozesse einzuleiten, und zu bewirken; die ganze Pflanzenwelt zu beleben, und sonst in die Gesamtheit der Naturdinge Regsamkeit zu bringen. Woher sollte aber eine träge Materie das Vermögen haben zu beleben, tief in das Innere der Körper einzuwirken, und sie chemisch zu verändern?

* Senebier, Ueber den Einfluss des Sonnenlichtes auf alle drei Reiche der Natur etc. Ebermayer, Versuch einer Geschichte des Lichtes in Rücksicht seines Einflusses auf die gesamte Natur, und auf den menschlichen Körper etc.

8.

Zwar hat Newton, ungeachtet seiner unstatthaften Hypothese von der Natur des Lichtes, grosses Verdienst um die Lichtlehre, weil er dieselbe mit den herrlichsten Beobachtungen bereichert, die Gesetze der Lichtbewegung aufgefunden, und sie mit wunderlicher Schärfe gemessen und berechnet hatte. Allein, was in der Physik die Hauptsache ist, „die Natur des Lichtes,“ blieb von dem grössten Lichtforscher unerörtert.

9.

Was der Meinung Newtons von der Emanation des Lichtes entgegen steht, widerstrebt auch dem Vibrationssysteme, man mag es in der Form des Cartes oder des Hygens, oder in seiner Vollendung durch Euler beurtheilen. Es bleibt immer die unauflösliche Frage: wie kann eine leblose Materie, die durch Projection, oder durch Stoss, oder Wellenschlag bewegt wird, der ganzen Natur Leben einflössen?

10.

Doch lassen wir die Lösung dieses Unauflöslichen blofs für eine Schwierigkeit gelten,

die sogar unser gründlichstes Wissen begleitet: so kann eine Lichtlehre, die sich nur auf Erscheinungen (Erfahrbares) beschränkt, und auf hypothetischen Gründen ruhet, nie „Theorie“ werden; denn da das Erfahrbare nur Relativitäten der Forschung darbietet, und vom Relativen man zum Absoluten der Natur lediglich nicht gelangen kann: so reicht die ganze Erfahrungswelt nicht hin, uns in die eigentliche Erkenntniß der Naturdinge einzuführen. Nun wird aber von der Physik als einer Wissenschaft der Natur gefordert: daß sie namentlich in Hinsicht des Lichtes, sein Ansich (sein Wesen) aufschliesse, und daraus, als aus einem unbedingten Princip die Lichtphänomene ableite, das ist, sie eigentlich erkläre.

11.

In jüngster Zeit haben die Naturphilosophen die Forschung über das Licht, auf diesen höhern Standpunct gestellt; aber mit ihren Constructionen, Reconstructionen und Potenzirungen nichts ins Klare gebracht.

12.

Ich gehe, wie ich meine, vom Klaren aus, und suche die Lichtnatur ins Klare zu

ziehen, dann ihre Erscheinungen zu deuten, und dieselben zu verstehen zu geben.

13.

Betrachten wir die Lichtwelt im Verhältnisse zum Menschen, so ist sie nur für die Sehenden da, den Blinden ist sie die tiefste Verslossenheit. Fällt gleich das grellste Licht auf ihr Auge, so empfinden sie nichts; denn ihre Sehnerven sind gelähmt, oder ihr Auge ist sonst zerstört, wodurch die Blinden dann alles Lichteindruckes unempfänglich, sonach auch des Bewusstseins der Vorstellung und des Begriffes eines Lichtes verlustigt sind. Diese Thatsache ist bekannt, aber nicht minder lehrreich, denn daraus erhellet: die Lichterscheinungen seien ganz abhängig von den Sehenden, und haben demnach bloß Wirklichkeit in Beziehung auf Empfindung und Vorstellung, das heißt, die Lichterscheinungen seien, wie alles Erfahrbare (10.), nur etwas Relatives.

* Die thierisch - magnetischen Versuche setzen zwar außer Zweifel, daß die Somnambülen durch den Magen oder

oder durch die Fingerspitzen sehen. Ja, die Margarethe M'Evoy, ein seit drei Jahren blindes junges Frauenzimmer in Liverpool, ungefähr 18 Jahre alt, sieht im wachenden Zustande, durch Berührung, farbige Flächen, und liest durch die Fingerspitzen Schriften. Da jede Farbe eine eigene Fläche bildet, so erklärte man ähnliche Erscheinungen, deren die Geschichte erwähnt, durch den verfeinerten Tact; allein die M'Evoy berührt die Farbenflächen nicht unmittelbar, sondern mittelst einer Glasfläche, die man z. B. auf gefärbte Oblaten leget, und unterscheidet nicht nur bestimmt jede Farbe derselben, sondern auch ihre Figuren, die sie durch Zuschnitt erhalten. Läßt man die Farben eines Prisma auf ihre Hand fallen, so hat sie Vergnügen daran, und benennt richtig die Farbenstriche. Dieselbe liest feinen Druck in einiger Entfernung durch ein Convexglas, das sie berührt. Um durch ein Concavglas lesen zu können, muß sie dasselbe auf die Buchstaben auflegen. Im Dunkeln empfindet sie alle Körper

durch Berührung schwarz. Belegt man Münzen mit Glas, so erkennt sie durch Berührung das Gepräge u. s. w. Ja sie bezeichnet durch die Stubenfenster, die sie mit den Fingern berührt, die Gegenstände auf der Strasse in einer Entfernung von 36 Fufs. Auch zwischen ihren Lippen (nicht mit der Zunge) unterscheidet sie die Farben der Blumenblätter. U. s. w. — Dieses Vermögen der M' Evoy, durch das Tactorgan zu sehen, ist bald schärfer, bald schwächer, und hört manchmal gar auf. In diesem letztern Falle erscheinen ihr alle Gegenstände schwarz (finster). Sie versichert, dafs ihre Empfindung des Lichtes durch die Finger jener ähnlich sei, die sie vormals durch das Licht im Auge gehabt habe. Uebrigens ist der Gesundheitszustand der M' Evoy schwach und zärtlich. — Diese Thatfachen sind vollkommen beurkundet. Man brauchte sogar die Vorsicht, obgleich keine Wahrscheinlichkeit eines Betrugs da war, dafs man der Blinden die Augen verband. — Gilbert erzählt die Facta in den Annalen der Physik (von 1818. St. 2.) dem Dr. Thomson und Delametherie

nach, und führt einen Brief hierüber von T. Glover an Dr. Thomson an. — Allerdings ist das Erzählte höchst seltsam; allein wie man sich dasselbe auch erklären mag, so sind die Lichtvorstellungen der blinden M' Evoy immer durch Eindrücke bedingt, und da bleibt wahr: die sichtbaren Dinge haben nur relative Existenz.

14.

Wer also im Lichte, als dem Sichtbaren seine Natur (das Ansich desselben) sucht, der sucht im Abhängigen das Unabhängige, sonach das Wirkliche im Unmöglichen (10.). Aber mit dieser Verkehrtheit sind wirklich diejenigen behaftet, die das Licht lediglich empirisch betrachten, und aus blosser Erfahrung, sei sie auch durch Meskunst und Calcul unterstützt, sein Wesen zu erforschen suchen.

15.

Ergreift man aber mit Dr. Schelling das Licht an sich, oder dynamisch; sieht aber das Licht für materiell an, aus dem Grun-

de, weil das Verhältniß der Grundkräfte, wodurch die Materie ihr Bestehen hat, ins Unendliche modificabel, und dann das Licht nur ein bestimmtes Verhältniß dieser Kräfte ist: so verwirrt man, wenig gesagt, die Begriffe in der Physik.

* Schellings Ideen zu einer Philosophie der Natur. Leipzig 1797. Später lehrte Schelling anders, in der Zeitschrift für speculative Physik; aber man hat dagegen das eingewendet, was N. 11. angeführt worden.

16.

Die Natur ist, wie schon vielmale gesagt worden, im Gegensatze mit der Intelligenz, das Sein im Universum. Die Erfahrung zeigt aber ein zweifaches Sein, das, welches den Raum erfüllt, und das, welches den Raum nicht erfüllt;

jenes ist das materielle Sein „die Materie;“ dieses das immaterielle Sein „oder das Licht überhaupt.“ Licht und Materie sind also einander gänzlich entgegengesetzt, und Licht ist sogar nicht Materie, daß der Ausdruck „Lichtmaterie“ das

Widersprechendste vereint, und demnach ein Ausdruck ohne Sinn und Bedeutung ist.

17.

Licht und Materie sind demnach auch in der dynamischen Ansicht der Natur ein Zweierlei. Das Licht ist ein Sein mit freier Expansion; hingegen die Materie ein Sein mit herrschender Contraction. Diesen Unterschied sehen wir in der Erfahrung also ausgesprochen: die Materie unterliegt den Gesetzen der Cohärenz und Schwere, da im Gegentheile das Licht von aller Cohärenz und Schwere befreit ist.

18.

Richten wir nun unsere Aufmerksamkeit auf diese ganz gemeine Beobachtung: das Licht ist nur sofern erfahrbar, als es einen Eindruck macht auf unser Auge, oder auf ein Sinnorgan, das seine Stelle vertritt (13. *): so ist klar, es müsse ihm etwas zu Grunde liegen, das den Eindruck bewirkt, für sich eine Wirklichkeit hat, sonach mit Kraft ausgerüstet — kräftig ist. Nun ist aber nur Eine Kraft, „Ein Allwirksames der Natur,“ wie anders-

wo gezeigt worden, durch welches Alles, was da ist, und wirkt, Sein und Leben hat. Diese Eine Naturkraft ist eine Urkraft, demnach aus und durch sich selbst, ein unbedingtes Agens: also ein absolutes Princip aller Actionen, die wir Naturerscheinungen nennen. Diese Eine unbedingte Naturkraft ist eine immanente, sich in Zeit und Raum äussernde, sonach eine dynamische Kraft. Die dynamische Urkraft trägt noch wesentlich den Grundtypus des Allwirksamen, den der Sichselbstsetzung, in sich, und ist sonach eine dynamische Dreieinheit, die wir bildlich die Synthese von Expansion und Contraction benennen.

* M. Abhandlungen, vom Wesen der Naturphilosophie und der Bedeutung der Dynamik. — Vom dynamischen Leben der Natur überhaupt. — Ueber Naturerklärung.

** Auf die Frage: hat das Wort „Eindruck auf die Sinne“ auch Bedeutung? — Und: „auf welchem Wege kann ein Eindruck von Aussen her in unsere Seele gelangen?“ — findet man Antwort in

angeführter Abhandlung: Vom dynamischen Leben überhaupt.

19.

Diesemnach ist das Licht, welches in der Erscheinung als ein Stral auf das Auge wirkt, an sich nichts anderes, als die Allkraft der Natur, die sich nach Linien expandirt, und auf eine ihr eigenthümliche Weise das Sehorgan afficirt, oder mit anderen Worten:

Das Licht ist eine Linienkraft, das Linien-Leben des Immateriellen der Natur.

(Nach den Ahnungen des Baco: propagines spiritales).

* Weil man Gegenstände von allen Seiten her sieht, aber nur wenn vom Auge des Sehers auf dieselben eine gerade Linie gezogen werden kann: so war die stralende Eigenschaft des Lichtes längst erkannt. Das Licht von einem Punkte nach allen Richtungen ausstralend bildet aber eben darum Strahlenkegel, deren Grundfläche immer wächst, dafs sich daher die Erleuch-

tung einer Fläche umgekehrt ver-
 halten muß, wie das Quadrat der Ent-
 fernung der erleuchteten Fläche von
 demselben stralenden Punkte. Eine be-
 kannte Erfahrung macht dieses anschau-
 lich, nämlich die, daß man in einer
 doppelten Entfernung vier, in einer drei-
 fachen neun Lichter etc. anzünden muß,
 um gleich gut lesen zu können, wie bei
 einer Kerze in einer Entfernung = 1. —
 Fallen die Lichtstrahlen schief auf
 eine Fläche, so werden von demsel-
 ben stralenden Punkte bei gleicher Ent-
 fernung weniger Theile derselben ge-
 troffen, als wenn die Fläche den Licht-
 strahlen senkrecht entgegen steht. In die-
 sem Falle verhält sich die Erleuchtung
 der Fläche verkehrt wie der Sinus des
 Neigungswinkels der Stralen gegen die
 erleuchtete Fläche. — Darauf ist im
 gemeinen Leben bei Anlegung der Ge-
 wächshäuser u. d. gl. Rücksicht zu
 nehmen.

** Grafens von Rumford Photo-
 meter.

Eben die Ausstrahlung des Lichtes oder das Entstehen des Lichtes ist sehr räthselhaft, ja sowohl im Emanationssystem als im Vibrationssystem ganz unerklärlich. Wir wollen die Erklärung der Lichtausstrahlung, die des Entstehens des Lichtes dynamisch versuchen. Die Sonne ist in Beziehung auf unsere Erde unstreitig die reichste Lichtquelle: kennen wir den Grund der Licht-Entstehung in der Sonne, so wird dieser dann auch über anderweitige Lichtstrahlungen Aufschluß geben. Ueber die Beschaffenheit der Sonne waren die Naturforscher von jeher verschiedener Meinung. Die Alten hielten die Sonne für einen brennenden Körper, und sahen in ihr ein wallendes Feuermeer. Die jüngern und jüngsten Naturforscher meinen, die Sonne sei andern Erdekörpern (Planeten) ähnlich, und der Sonnenschein sei ein phosphoresirendes Licht der Sonne selbst, oder ihrer Atmosphäre. Soviel ist gewiß, daß die Sonne nicht nothwendig brennend gesetzt werde, um ihr Leuchten zu begreifen.

Ist das Licht, wie gezeigt worden, das Linienleben des Immateriellen der Natur (19.): so muß das Entstehen des Lichtes lediglich nach den Gesetzen der Erregung begriffen werden. Das Planetensystem ist, wie die Erfahrung lehrt, ein organisches Ganzes, das aus der leuchtenden Sonne und den erleuchteten Planeten besteht (Die Cometen werden hier nicht in Anschlag gebracht). Die Sonne verhält sich daher zu den Planeten offenbar wie Expansion zur Contraction. Es kann daher das wechselweise Streben der Sonne, sich mit den Planeten zu vereinen, so groß werden, daß die Expansion der Sonne (oder ihrer Atmosphäre) in volle Freiheit tritt, und auf die Umgebung anregend einwirkt. Kommt nun z. B. ein Theilchen (Punct) der Erde mit einem Theilchen (Punct) der Sonne in Conflict: so erregt die freie Expansion eines Sonnentheilchens, die Contraction des Erdetheilchens suchend, ihre Umgebung linearisch, und es entsteht ein Lichtstral (nach der Regel: zwei Puncte bestimmen die Linie). Da nun die Sonne von ungeheurer Oberfläche ist, und von 28 bekannten Planeten, primären und secundären, umgeben wird, so sind es unendlich

viele Punkte, die sich wechselweise erregen, und sonach unendlich viele Lichtstrahlen hervorrufen, die dann die Erscheinung der leuchtenden Sonne geben können.

* Da die Dreieinheit dynamischer Kräfte in ihrer tiefern Bedeutung das allwirksame Sein (die schöpferische Kraft) ist, in Zeit und Raum sich thätig äussernd: so schwindet alle Schwierigkeit im Begreifen der Uerschöpflichkeit der Sonne, und der ungeheuren Geschwindigkeit des Lichtes, mit welcher es, den astronomischen Beobachtungen zufolge, in einer Secunde ungefähr 4000 geographische Meilen durchläuft.

** Sonnenflecken und Sonnenfackeln.

*** Es giebt Erdekörper, in denen, wenn sie eine Zeit lang von der Sonne beschienen werden, die Expansion so rege wird, daß sie in Beziehung dunkle Körper sich wie die Sonne auf verhalten; dergleichen sind die sogenannten Lichtsauger (Lichtmagnete) als, der Bononische Stein

(Schwerspath nach Marggraf), gehörig behandelte Austerschalen (Canton) schwefelsaurer Baryt (John), Diamant u. a. (Wedgwood in Gren's Journal der Physik B. VII. S. 46.). — Das leuchtende Meerwasser? —

**** Da unter den unendlich verschiedenen Erdekörpern immer viele sind, die im hohen Grade Gegensätze bilden: so müssen viele Erdekörper leuchten, freilich nur mit geringem Lichte, das aber (abgesehen von der Brechung des Gestirnen - Lichtes in der Atmosphäre) dennoch zureicht zu verhindern, daß auf Erden eine absolute Nacht werde. Dieß wird in der Erfahrung dadurch bestätigt, daß Thiere mit sehr reizbaren, oder eigens organisirten Augen, bei Nacht vollkommen gut sehen, z. B. die Fledermäuse, Katzen u. s. w.

21.

Gemäß dem, was bisher gelehrt worden, geht klar hervor: wirkt das Licht auf die Augen, oder berührt es sonst einen Körper, so kommt nicht Materie mit Materie in Conflict, sondern es kämpft da Thätig-

keit gegen Thätigkeit: es erwacht in den vom Lichte berührten Körpern das dynamische Leben in Form der Linie, das aber nicht mehr in den Cohärenten als ruhende Linie erscheint, sondern als eine Linie, die stets regsam ins Unendliche strebet.

* Das Licht ist daher auch dynamisch betrachtet keineswegs Magnetismus. Allerdings ist Magnetismus auch ein Linienleben, aber das des Cohärenten; und erscheint als eine ruhende, endliche, polarisirte Linie.

22.

Sind nun, wie wir wissen, Linien durch Puncte bestimmt, und sprechen wir von Puncten, aus denen das Licht entspringt (20.): so sind nur physische (nicht mathematische Puncte) gemeint; die Puncte in der Natur sind immer Räume, und da ist ein einzelner Lichtstral, durch den das Linienleben des Immateriellen wahrnehmbar wird, allemal eine Lichtsäule, die da besteht aus vielen besondern Linien oder Stralen. Ist aber, wie anderswo gezeigt worden, (Vom

dynamischen Leben der Natur) jede Besonderheit nur durch eine Qualität eine Besonderheit: so hat jeder Stral eines Lichtcylinders eine eigene Qualität; jeder ist eine Synthese dynamischer Kräfte mit freier Expansion von bestimmtem Verhältnisse.

23.

Es ist also jeder wahrnehmbare Lichtstral ein Cylinder aus regsamen, heterogenen Linien zusammen gesetzt, die insgesamt auf das Auge wirkend, einen bestimmten Eindruck machen, mit dem wir eine bestimmte Vorstellung, und zwar „die des Lichtes insonderheit“ verknüpfen.

24.

Beobachten wir anderweitige Verhältnisse des Lichtes, sofern es mit verschiedenen Körpern in Berührung kommt: so nehmen wir wahr,

dafs das Licht entweder von denselben abpralle,

oder durch dieselben durchgehe,

oder anderweitige Aenderung erleide.

Indem nur Gleichartige auf einander wirken können, so muß das Verhältniß zwischen dem Lichte und den Körpern aller Art, w e c h s e l - w e i s e d y n a m i s c h sein. Es ist auch darge-
gethan, daß jede materielle Substanz nichts
anderes sei, als eine Erscheinung der dynami-
schen Kräfte (18.), und so steht außer Zwei-
fel, es finde zwischen allen Körpern und
dem Lichte, welches irgend einen berührt,
ein d y n a m i s c h e s V e r h ä l t n i s s statt.

25.

Stralet nun irgendwoher Licht auf einen
Körper, dessen meisten Theile linea-
r i s c h e r r e g b a r s i n d: so muß er sich
l i c h t l e i t e n d zeigen, und das Phäno-
m e n d e r D u r c h s i c h t i g k e i t darstellen.
Nämlich die freie Expansion eines leuchtenden
Punctes, welche einen Lichtstral bildet, setzt
sich mit der Contraction eines Punctes des
Körpers in Conflict, und macht einem dyna-
mischen Gesetze zufolge (vom dynamischen Le-
ben der Natur. N. 49.) die Expansion frei; die-
se wirkt auf die Contraction des angränzen-
den Punctes, und befreit auf dieselbe Weise
die Expansion, und so fort, daß also die
Expansion d u r c h E r r e g u n g in allen nach
einer Richtung hin liegenden Puncten frei wird,

und sonach in der Erscheinung eine Lichtlinie wahrnehmbar macht, und da derselbe Vorgang in unzähligen Puncten des Körpers statt findet, der ganze Körper durchsichtig erscheint. Ein Körper z. B. eine Glasmasse, ist daher nicht deshalb durchsichtig, weil das Licht durch das Glas durchgeht, sondern deswegen, weil die expansive Thätigkeit, welche jedem Materietheilchen (als der Synthese von Expansion und Contraction) wesentlich einwohnet, linearisch erregt, sonach das im Körper enthaltene Licht frei wird.

* Der Sprachgebrauch mag indess immer sein Recht behaupten; und wir fahren fort zu sagen: „das Licht geht durch die Körper,“ welche wir durchsichtig nennen. Der Physiker hat die Sprache nur zu deuten, gleichwie der Astronom diese: „die Sonne geht auf und nieder.“

26.

Hat nun, wie anderswoher bekannt ist, die Erregung und ihre Fortpflanzung immer nur unter der Bedingung einer Reaction statt: so erleidet die linearische Erregung eines Körpers durchgehens einige

Hemmung, die um so grösser sein
muss,

als grösser die Menge der Thei-
le ist,

oder als weniger erregbar diesel-
ben sind.

Vergleicht man daher zwei Körper, die mit dem Lichte in Conflict kommen: so wird bei ungleicher Dichtigkeit der dichtere, und bei ungleicher Erregbarkeit (dynamischer Entgegensetzung) der unerregbarere das Licht mehr schwächen. Es kann daher in keiner Hinsicht einen vollkommen (absolut) durchsichtigen Körper geben. Wie es auch die Erfahrung bestätigt, welche lehret, dass das reinste Glas nicht so viel Licht durchlässt, als auf dasselbe einfällt. Sogar die Luft, welche höchst leitend ist, setzt dem Durchgange des Lichtes (der linearischen Erregung) Hinderniss. Schon der gemeine Augenschein zeigt die Gegenstände dunkel, wenn eine grosse Masse Luft zwischen denselben und dem Auge liegt.

* Diaphonometrometer (von Humboldt)

**** Bouguer und Lambert stimmen** darin überein, daß das Licht der im Horizont stehenden Sonne in der Atmosphäre 200mal schwächer werde, bis es zur Erdoberfläche gelangt. — Graf von Rumford fand bei den Versuchen mit seinem Photometer, daß die Schwächung des Lichtes durch reinstes Glas nach einem Mittel $= 0,1973$ sei.

27.

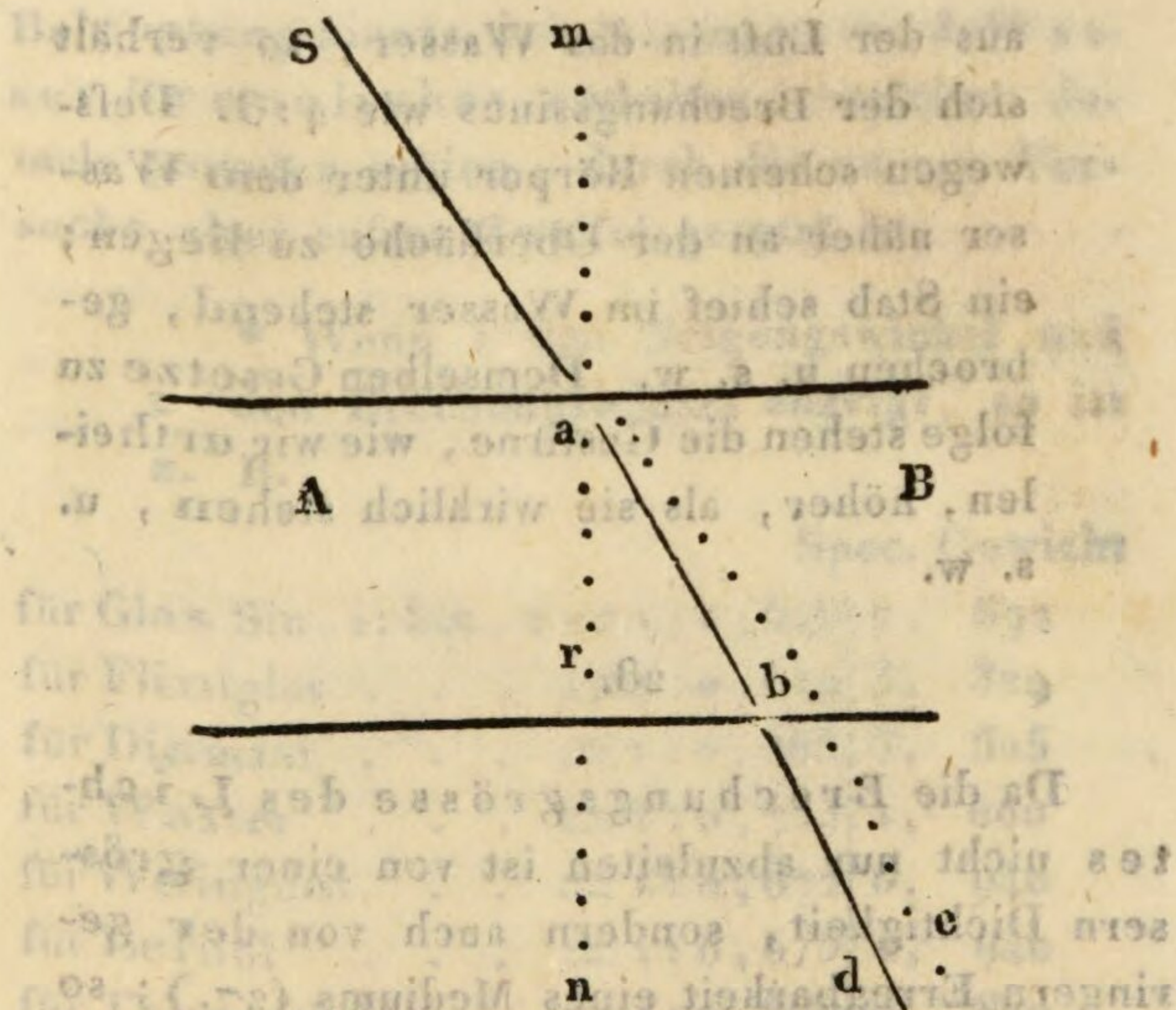
Die durchsichtigen Körper können mit andern durchsichtigen umgeben sein, die dünner oder erregbarer; dichter oder weniger erregbar sind. Es kann daher ein Lichtstral, der aus einem durchsichtigen Körper ausgeht, in ein mehr oder weniger reagirendes Medium eingehen; und zwar entweder senkrecht oder schief. Geht der Lichtstral aus einem durchsichtigen Körper in eine Umgebung, die dichter oder weniger erregbar ist, senkrecht ein, so wird wegen grösserer Reaction, der Lichtstral mehr Aufhalt finden (seine strahlende Bewegung gehemmt werden); im entgegengesetzten Falle, wird das Gegentheil erfolgen. Indefs kann die Aenderung, welche die grössere oder kleinere Hemmung

in die verticale Lichtbewegung einführt, in der Richtung des Lichtes, das durch zwei Kräfte bewegt wird, welche in die nämliche Linie fallen, nichts ändern. Das senkrecht einfallende Licht wird also auch im neuen Medium in derselben Richtung (senkrecht) fortgehen.

Fällt aber ein Stral schief in ein mehr oder weniger widerstehendes Medium, so ist die schiefe Richtung, für eine Bewegung durch die Diagonale, anzusehen, die zweien Seiten eines Parallelograms (einer Perpendicular- und Parallelkraft) gleich gilt (nach den Gesetzen der Bewegungslehre). Erleidet nun, wie wir eben sagten, das Licht im dichtern oder weniger erregbaren Medium eine grössere Hemmung als im Körper, von dem es herkommt, so verändert sich das Verhältniß der beiden Kräfte: die Perpendicularkraft wird kleiner; da weicht dann der Lichtstral im neuen Medium von seiner Richtung ab, und nähert sich dem Perpendicul, den man vom Einfallspunct auf das neue Medium zieht, und die Erscheinung wird genennt das Brechen des Lichtes zum Perpendicul.

Das Gegentheil geschieht, wenn das Licht vom dichtern oder weniger erregbaren Körper in einen andern dünnern oder mehr erregbaren übergeht, da wird das Licht weniger aufgehalten; es entsteht also ein anderes Verhältniß der beiden Kräfte; der Stral weicht von seiner Richtung ab, und entfernt sich mehr vom Perpendicul, das heißt: er wird gebrochen vom Perpendicul.

* Zur Erläuterung dient nachstehende Figur, in der A B ein Stück Glas vorstellt, das von allen Seiten mit Luft umgeben ist. S a zeigt den Lichtstral an, welcher aus einem dünnern in ein dichteres Medium geht; im Glase nach a b (zum Perpendicul) gebrochen wird, und fortschreitend nach b d im dünnern Medium, eine Brechung vom Perpendicul erleidet.



**** Da parallel einfallende Lichtstrahlen samt und sonders in den verschiedenen Medien dieselbe Aenderung leiden: so werden sie nach jeder Brechung wieder parallel fortgehen. (Die voran stehende Figur erläutert eben auch diese Thatsache).**

***** Der Einfalls - oder Neigungs-Sinus steht durchweg in einem bestimmten Verhältniß gegen den Brechungsinus (Snellius). Geht der Lichtstral**

aus der Luft in das Wasser, so verhält sich der Brechungssinus wie $4:3$. Deswegen scheinen Körper unter dem Wasser näher an der Oberfläche zu liegen; ein Stab schief im Wasser stehend, gebrochen u. s. w. Demselben Gesetze zufolge stehen die Gestirne, wie wir urtheilen, höher, als sie wirklich stehen, u. s. w.

28.

Da die Brechungsgrösse des Lichtes nicht nur abzuleiten ist von einer grössern Dichtigkeit, sondern auch von der geringern Erregbarkeit eines Mediums (27.); so erklärt man sich, warum einige Körper (die Kohlenstoff oder Hydrogen enthalten), dem durchgehenden Lichte mehr Hindernis setzen, als es die Dichtigkeit fordert, sonach dasselbe stärker brechen, als es nach der Dichtigkeit sein sollte. Schon vor 200 Jahren hat Harriot beobachtet, daß Oele das Licht mehr von seiner Richtung ablenken, als es ihrer Dichtigkeit gemäfs ist. Diese Erfahrung wurde durch erweiterte Versuche nachher bestätigt von Hock, de la Hire, Hawksbee u. a. Newton machte ähnliche Beobachtungen, und fügte die

Behauptung hinzu: dafs Diamant und Wasser Brennliches enthalten, welches damals paradox schien, durch die neuere Versuche aber aufser Zweifel gesetzt ist.

* Wenn i den Neigungswinkel und r den Brechungswinkel anzeigt, so ist z. B.

	Spec. Gewicht
für Glas $\sin . i : \sin . r = 1 : 0,648$	2, 892
für Flintglas $= 1 : 0,619$	3, 329
für Diamant $= 1 : 0,363$	3, 525
für Wasser $= 1 : 0,753$	1, 000
für Weingeist. $= 1 : 0,675$	0, 940
für Leinöl $= 1 : 0,675$	0, 940
für Terpentinöl $= 1 : 0,680$	0, 869

(Tobias Mayrs Versuche).

29.

Stellt ein Körper dem einfallenden Lichte eine Fläche entgegen, deren meisten Theile vom Lichte linearisch unerregbar (nichtleitend) sind, so erscheint er undurchsichtig. Indem sich nämlich die freie Expansion (das Licht) mit der Contraction der Körpertheilchen zu vereinen strebt, wird aus demselben die Expansion zwar frei (25.); aber den bessern Leiter (das Erregbare-

re) suchend, wendet sie sich nach der Umgebung, nach der lichtleitenden Luft, und erregt diese linearisch (25.). Dadurch wird jeder Theil des undurchsichtigen Körpers ein stralender Punct, und der Körper stellt das Phänomen der Reflexion des Lichtes auf, welches nicht daher entsteht,

dafs das einfallende Licht wieder zurückgeht, sondern dadurch, dafs es die Expansion der Körpertheilchen erregt, und dann diese frei geworden in die Umgebung linearisch erregend eingreift (der Körper selbst Licht ausstrahlt).

Es ist also auch das Phänomen der Lichtreflexion nur ein Erfolg des Strebens zweier Gegensätze zur Vereinigung, und keineswegs, wie man gewöhnlich dafür hält, eine Wirkung des mechanischen Stosses, oder einer Repulsivkraft der reflectirenden Fläche.

* Wir weichen übrigens auch hier nicht vom Sprachgebrauche ab, sondern reden bei dem Phänomen der Lichtreflexion von der Rückkehr des einfallenden Lichtes. Nur hat der

Physikus diesen Sprachgebrauch zu deuten, wie oben (25. *) bemerkt worden.

** Darnach ist auch der Unterschied zu beurtheilen, den man gewöhnlich macht zwischen leuchtenden und dunkeln Körpern, und wiefern er gültig ist.

30.

Fällt das Licht auf glatte Körper, oder auf solche, deren rauhe Oberfläche wohl abgeschliffen worden, so beobachtet man, daß

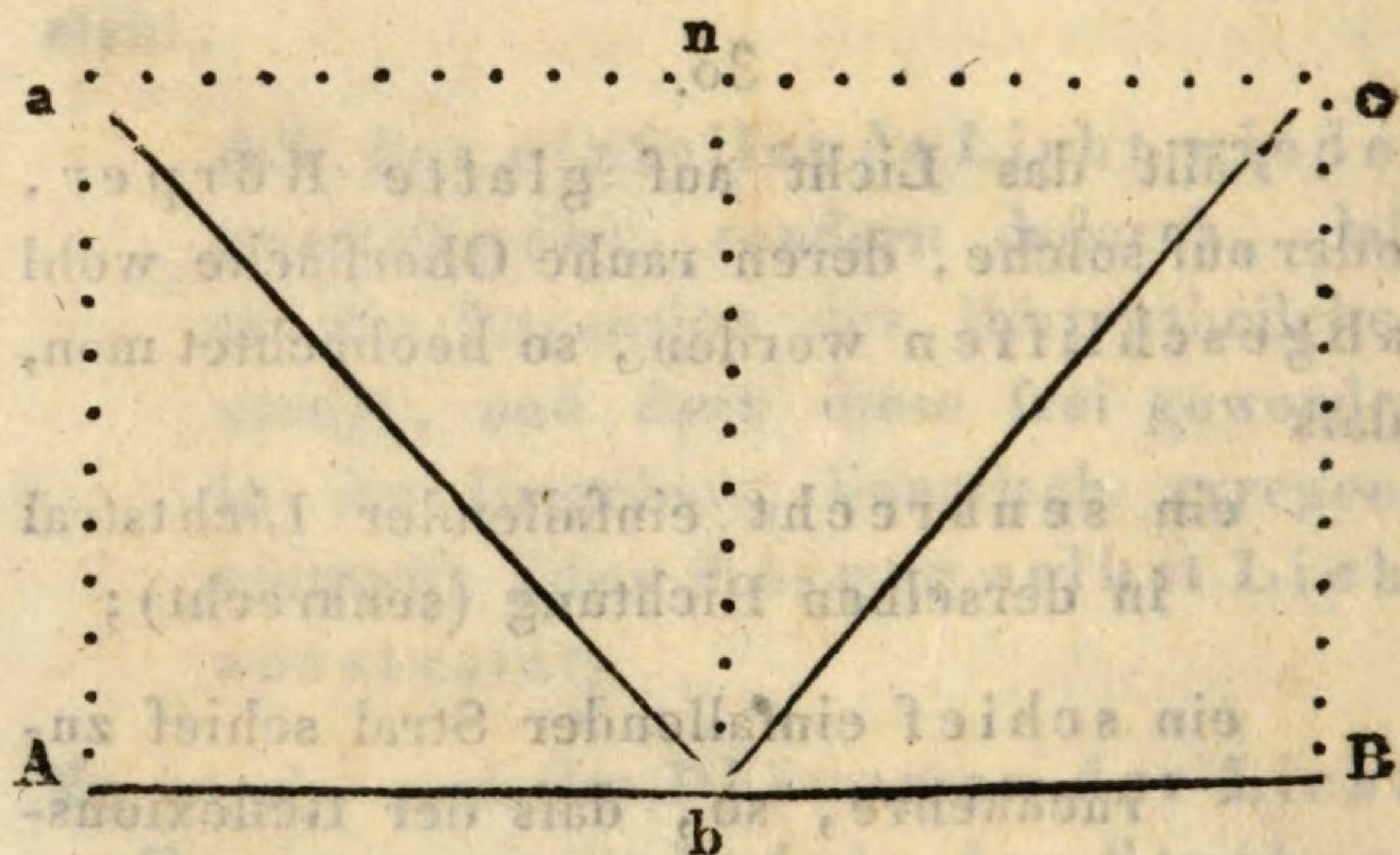
ein senkrecht einfallender Lichtstral in derselben Richtung (senkrecht);

ein schief einfallender Stral schief zurückkehre, so, daß der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich ist.

Es hat nämlich eine verticale Richtung entweder nur von einer Kraft oder von zweien in derselben Linie wirkenden Kräften ihr Dasein. Es muß daher der Punct des Körpers, welcher senkrecht erregt wird, auch das leitende Medium senkrecht anregen, das heißt, das Licht der Erscheinung nach, senkrecht zurückgeben. Dagegen muß ein schief einfallender Lichtstral die Expansion der Körperfläche in der Richtung frei machen, welche

die beiden Kräfte, in welche die schiefe Richtung als eine Diagonale sich auflöst, proportional ist, sonach das Licht unter dem Winkel zurückstrahlen, unter welchem es auffällt.

* Nachstehende Figur mag dieß erläutern.



ab sei der auf die undurchsichtige, glatte Fläche AB auffallende Lichtstral: dieser wird in der Richtung bc reflectirt, und zeigt dann dem Auge bei c den Punct des Objects a , von welchem der Stral ausgegangen. Da ab eine Diagonale des Parallelograms $anAb$ ist; so kann nb für den senkrechten Stral gelten; abA ist der Einfallswinkel; cbB der Reflexionswinkel. — Die Erklärung ist

die der Mechanik von elastischen Körpern, welche auf eine harte Fläche auf-
fallen.

** Das, was von einem Stral, der von einem Punkte des Objects ausgeht, und von der Fläche A B reflectirt wird, gesagt worden, gilt von den übrigen desselben. Woraus dann erhellet, daß die glatten Körper das einfallende Licht in der Ordnung zurückgeben, in welcher es einfällt, und sonach das Bild der leuchtenden oder erhellten Körper zurückwerfen, abspiegeln. Darauf beruht auch das, was die Plan - Convex - Concav - Spiegel, die parabolischen u. s. w. zu beobachten geben.

31.

Nicht nur die dunkeln Körper, sondern auch die durchsichtigsten, welche wir kennen, reflectiren einiges Licht; ja spiegeln wohl gar, wenn sie sehr glatt sind, schwächer oder kräftiger, die Gegenstände, wovon sie bestrahlt werden, ab. Die Körpertheilchen sind nämlich bei aller Gleichartigkeit dennoch so viele Besonderheiten, sonach von der zarten Lichtkraft ungleich erregbar, so, daß immer viele

der linearischen Anregung nicht empfänglich sind. Aus demselben Grunde sind aber auch die undurchsichtigen Körper immer zum Theile linearisch erregbar, und daher einigermaßen lichtleitend. Allein deshalb giebt es gleichwie keine vollkommene (absolute) Lichtleiter, so auch keine vollkommene (absolute) Nichtleiter des Lichtes. Man erfährt auch, daß alle übrigens undurchsichtige Körper an ihren Kanten, Ecken, Asperitäten Licht durchlassen; alle Körper, die Metalle nicht ausgenommen, werden, wenn sie zu dünnen Lamellen bearbeitet werden, mehr oder weniger durchsichtig. U. s. w. Daher die Lehrsätze:

Mit jedem Durchgange des Lichtes durch einen Körper (transmissio) ist eine Zurückwerfung (reflexio lucis); und mit jeder Zurückstrahlung ein Durchgang des Lichtes verbunden.

* Man erfährt, daß eine Glasmasse, deren Seiten parallel sind, und in Berührung mit der Luft stehen, die schief einfallenden Lichtstrahlen häufig zurückwerfen, welches doch nicht geschieht, wenn die Hinterfläche mit Wasser in Berührung ist. Nämlich

in der Berührung zweier Medien hat auf das Licht das dynamische Verhältniß beider Medien Einfluß. Dieses erkannte schon Newton, und nahm selbst beim Einfall des Lichtes in ein neues Medium eine dynamische Veränderung an, um z. B. die Spiegelung der (immer unvollkommen) glatten Körper zu begreifen (Optic. Lib. III. quaest. 18. et 31.)

**** Camera lucida.**

******* Werden mehrere Glasplatten übereinander gelegt, und liegt dann Luft zwischen ihnen, so verlieren sie ihre Durchsichtigkeit, die aber wiederkehrt, wenn Wasser dazwischen kommt u. s. w. Eine Opalart ist, so lange in dessen Zwischenräumen Luft existirt, undurchsichtig, wird aber durchsichtig, wenn sie Wasser (oder Oel) eingesaugt hat, ein Hydrophan (Pyrophan) u. s. w. — Alle Crystalle der Fossilien zeigen grössere oder kleinere Durchsichtigkeit, die sich bei ihrer Verwitterung u. d. gl. in die Undurchsichtigkeit verliert. Im ersten Falle sind die Fossilientheile mit Crystallisationswasser, im zweiten mit Luft in Berührung, u. s. w.

**** Die Erscheinungen der doppelten Strahlenbrechung, welche der isländische Crystall (Doppelspath) u. a. zeigen, mögen zum Theile auch hier ihren Grund haben (Huyghens, Malus). — Wird dem, was Newton von einem ungewöhnlichen und gewöhnlichen Strale sagt, eine dynamische Bedeutung gegeben: so findet man den Ausdruck sehr anwendbar.

***** Die Asperitäten eines Körpers sind als eingetaucht in der Luft zu betrachten: man begreift daraus, (nach dem Vorhergehenden), daß z. B. rauh gemachtes (matt geschliffenes) Glas undurchsichtig werde. Im kalten Winter 1795 liefs ich aus durchsichtigem Eis einen Trinkbecher drehen; er war undurchsichtig. Als ich ihn in ein warmes Zimmer brachte, und da die Asperitäten schmolzen, so ward der Becher durchsichtig, wie das reinste Glas.

II.

Dynamische Farbentheorie.

32.

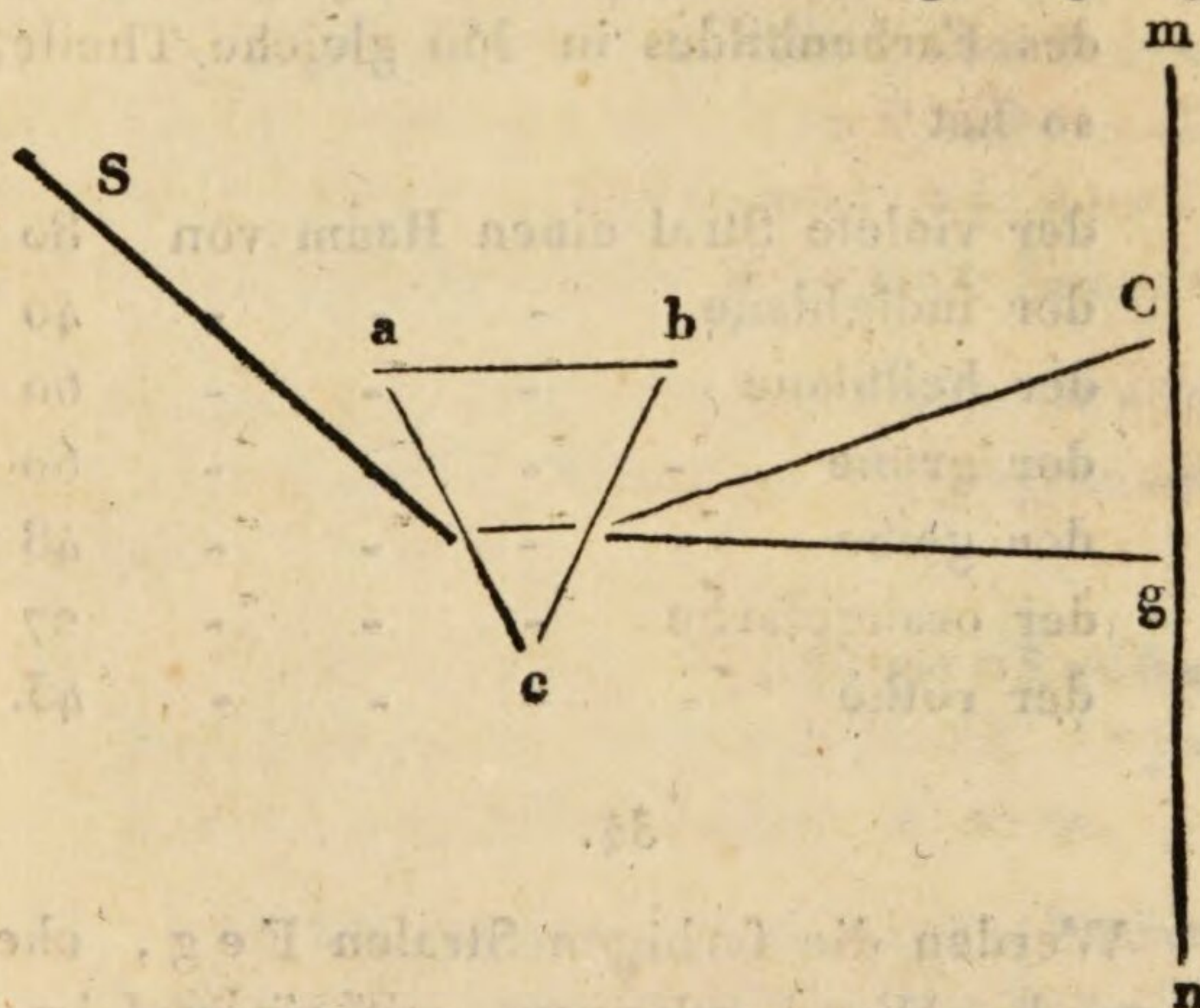
Nehmen wir an, es strale eine Lichtsäule auf einen durchsichtigen, prismatischen Körper, so, daß einige Stralen desselben näher an den Kanten, andere weiter davon entfernt durchgehen: so kann die Gesamtheit der Theile in bestimmter Menge reagirend das Verhältniß der heterogenen Stralen mehr von ihrer Richtung abbringen (27.), und so machen,

daß die Lichtsäule nach der Länge mehr räumlich werde, die heterogenen Stralen auseinander gehen, und abgesondert gesehen werden.

Dieses ist der Fall, den uns der berühmte Versuch Newtons aufzeigt. Man läßt durch ein rundes, einen Viertelzoll weites Loch in ein finsternes Zimmer einen Cylinder Sonnenlichtes auf ein horizontal gestelltes, dreieckigtes gläsernes Prisma fallen. Auf einer hinter dem Prisma aufgestellten Wand zeigt sich ein erleuchteter Raum, welcher sich mehr in die Länge als Breite ausdehnt, und unten und oben von Halbkreisen begränzt ist. Der länglich erleuchtete Raum stellt sieben unterscheidbare Farben, von unten nach oben in folgender Ordnung dar: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo, violet. Die Länge des Farbenbildes (spectrum) ist ungefähr fünfmal grösser als die Breite; diese aber hat die Grösse des Durchmessers des hellen Kreises, welchen das Licht abmalet, das durch die Oeffnung geht, ohne vom Prisma aufgefangen zu werden.

* Zur

* Zur Erläuterung dieses Versuches wird nachstehende Zeichnung beigelegt.



** Prismen, die man mit flüssigen Materien füllen kann. — Gläserne Kugeln, Kegeln, Linsen und alle durchsichtige Körper, die irgend nach einer Richtung eine continuirliche Abnahme der Masse (Dicke) haben, geben gleichmässig das Farbenbild.

*** Newton berechnete, unter welchem Brechungswinkel jede Farbe erscheine, und fand wie folgt:

für roth $\sin . i : \sin . r.$ ohngefähr $\equiv 77 : 50$

für violet $\sin . i : \sin . r.$ - - - $\equiv 78 : 50$

für die übrigen Farben fallen die Bre-

chungsverhältnisse zwischen diese Gränzen. — Theilt man den ganzen Raum des Farbenbildes in 360 gleiche Theile, so hat

der violete Stral einen Raum von	80
der indigblaue	40
der hellblaue	60
der grüne	60
der gelbe	48
der orangefarbe	27
der rothe	45.

34.

Werden die farbigen Stralen F e g, ehe sie zu der Wand gelangen, mit einem Linsenglase aufgefangen, so vereinigen sie sich durch die Brechung des Glases wieder, und stellen vereint im Brennraume das gewöhnliche Licht dar. Hinter dem Brennraume (Focus) zeigen sich aber wieder die farbigen Stralen alle, nur in verkehrter Ordnung, indem sich die Lichtstralen im Focus durchkreuzt haben.

Läfst man einen farbigen Stral allein durch eine Wand der Oeffnung durchgehen, und fängt ihn mit einem Prisma auf: so wird der Stral weder verlängert noch in andere Farben gespalten.

Werden mehrere farbige Stralen durchgelassen, und mit einer Linse aufgefangen, so vereinigen sie sich in einem Focus, und zeigen eine gemischte Farbe, die sich dann durch ein Prisma wieder in ihre farbige Stralen trennen lassen.

Schwarz, und eigentlich Weiss kann durch keine Mischung hervorgebracht werden.

* Newtons Farbenscheibe, Farbenspindel (nach N. 33. **) — Lüdickes Schwungrad, u. s. w.

** Die sieben prismatischen Farben zeigen sich kreisförmig in der Natur in der prächtigen Erscheinung des Regenbogens (Meteorologie). Auch erscheinen dieselben an allen Rändern der Körper, welche durch ein Prisma angesehen werden. H. v. Goethe beschäftigte sich rühmlich mit diesen Ränderfarben (Beiträge zur Optik 1791. und 1792.). Lüdickes Versuche (Gilberts Annalen. Jahrgang 1810. St. 1 — 3.). — Graf v. Rumford hat die Entdeckung von gefärbten Schatten gemacht (Grens Journal der Physik. B. 11.) 4 *

Die Deutung des länglichen Farbenbildes, die von jeher mit Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, geht aus dem Vorhergehenden, wie folgt, hervor: Das dreiseitige Prisma, welches gegen die Schneide allmählig dünner wird, wirkt mit einer stets abnehmenden Massa auf den einfallenden Lichtcylinder; die Zahl der Glastheile, welche auf das schief einfallende Licht wirken, wird daher stets kleiner. Zudem besteht der Lichtcylinder aus unzähligen Stralen, deren jeder ein Besonderes, also von verschiedener Qualität ist (22.): es muß also die Reaction des Säulenglases auf die heterogenen Stralen ungleich sein; einige Stralen müssen daher von ihrer Richtung mehr abweichen als andere, folglich sich in den Raum ausbreiten, so, daß die Gesamtheit jener Stralen, die einander am meisten gleichartig sind, mit ihrer Eigenheit auf das Auge wirken, und dadurch einen besondern Lichteindruck machen, den wir „Farbe“ nennen.

* Licht ist sofern eine Farbensdifferenz, die in sieben unterschiedbaren Farben differencirt werden kann.

36.

Sind, wie wir bemerkten, der heterogenen Lichtstralen, welche einen Lichtcylinder gestalten, unzählig viele, so würden wir wohl auch unzählige Farben sehen, wären unsere Sehennerven zart genug, dieselben alle zu empfinden. Bloß die stärkern Eindrücke, die eine Menge von Stralen machet, nehmen wir wahr, und unterscheiden, wie wir vorhin sagten (33), deren sieben, nämlich

roth,	blau,
orange,	grün,
gelb,	indigo,
	violet.

Die ersten drei nennen wir helle, die andern drei dunkle Farben, das Grün setzen wir in ihre Mitte.

* Versuche die sieben prismatischen Farben auf einige Grundfarben zurückzuführen.

** Unter den Farben unterscheidet man keine Gränze. Da bei dem Prisma die Abnahme oder Zunahme der Dicke continuirlich ist, so ist die Verschiedenheit der Reaction (35.) auch continuirlich, daß also die Farben ohne

Lücke ineinander fließen. — Da die obern Stralen so wie die untern nicht wieder sich in die angränzenden verlieren, so zeigen sie ein Stück ihres Kreises (33.).

37.

Newton nahm durch das Experiment getrieben in seiner Lichtmaterie Theilchen an, die verschieden brechbar (5.) sind; aber daran kam er nicht, auch den Grund verschiedener Brechbarkeit anzugeben. Zwar nimmt er auch zu einer Kraft seine Zuflucht, indem er vom verschiedenen Anziehen des starren Glases auf das Licht redet; aber die Verschiedenheit des Anziehens liefs er ohne Grund stehen. Und dann ist das Anziehen selbst ein Phänomen, und kann dann nicht hinreichen, die Natur der verschiedenen Lichtstralen einsehen zu lassen, und daraus ihre verschiedene Brechbarkeit erkennen zu geben.

38.

Anders langt unsere dynamische Ansicht des Lichtes aus. Wir sehen da der Heterogenität der Stralen auf den

G r u n d (35.), begreifen daraus ihre **v e r -**
s c h i e d e n e Brechung durch das **P r i s -**
m a, und verstehen sonach das Spiel der **F a r -**
b e n im Spectrum.

* Fällt das Licht auf ein Prisma **s e h r**
s c h i e f auf, so werden die in Farben
gespaltenen Stralen **r e f l e c t i r t**, so,
daß die violeten am ersten, die übrige
stufenweise der Reflexion unterlie-
gen, zuletzt die **r o t h e n** zurückprallen,
daher der Ausdruck: „Die brechbarsten
Stralen sind zur Zurückwerfung am ge-
neigtesten“ (31. *).

** **G r i m a l d i** hat zuerst bemerkt,
daß die **S c h a t t e n** der Körper, wel-
che im finstern Zimmer, einem Licht-
stral ausgesetzt, und von diesem bestri-
chen werden, grösser sind, als sie sein
würden, wenn das Licht ungeändert an
dem Rande des Körpers vorbeigienge.
N e w t o n und **G r a v e s a n d e** haben
Versuche dieser Art erweitert; sie fanden
unter anderem: wenn man einen Licht-
stral zwischen zwei scharfen Kanten, die
man einander nahe bringt, durchläßt, der-
selbe sich so theile, daß die divergirenden
Stralen in der Mitte einen lichtleeren Raum

(Schatten) bilden, und wohl auch in Farben spielen. Newton nannte das Phänomen die Beugung des Lichtes (*inflexio lucis*); andere bezeichnen es *diffractio lucis* (Lichtzerstreuung). Auch unter Wasser getaucht giebt (z. B. ein Haar zwischen zwei Glasplatten) denselben grössern Schatten wie in der Luft. — Bedenkt man, daß alle Körper in dynamischer Wechselwirkung stehen, sonach ihre dynamischen Kräfte immer in einigem Grade erregt sind, zumal wenn Licht darauf scheint; so ist ein erleuchteter Körper stets mit einer Wirkungssphäre umgeben, die mit den Abständen abnimmt, und sonach auf das am Rande vorbeigehende Licht wirken, die Richtung des Lichtes ändern, und dasselbe wohl auch in Farben spalten kann.

39.

Wir sehen uns überall mit Körpern umgeben, welche mit den verschiedensten Farben erscheinen. Auch kennen wir Stoffe, welche ungefärbten Flächen, bei ge-

höriger Behandlung, Farbe geben: dieselben heißen wir **P i g m e n t e** oder **F a r b e n s t o f f e**. Die Phänomene dieser Farben, „der **K ö r p e r f a r b e n**“ sind merkwürdig, und die Farbenlehre hat sie von jeher zum Gegenstande ihrer Untersuchungen gemacht. Auch **N e w t o n** beschäftigten die Farben der Körper sehr. Er beurtheilte dieselben eben auch als Erscheinungen des Lichtes, das von den Körpern modificirt wird. Unter seinen Versuchen sind folgende: Er legte in die Farben des Spectrums verschiedene Körper, und nahm dann wahr, daß die Körper jene Farbe zeigen, welche das **p r i s m a t i s c h e** **L i c h t** auf sie hinwirft; nur zeigten Flächen von derselben Farbe (roth in roth, blau in blau etc.) die Farben lebhafter. **N e w t o n** erklärte daher die Farben der Körper überhaupt für **r e f l e c t i r t e s**, **a b g e s o n d e r t e s** **L i c h t**.

Um die Farben der Körper **i n s b e s o n d e r e** zu begreifen, suchte er ihren Grund in der **m e c h a n i s c h e n** **B e s c h a f f e n h e i t** der Körperflächen. Die Körperflächen sind immer rauh, mehr oder weniger, sonach anzusehen als ein **A d g r e g a t** überaus kleiner, dünner, durchsichtiger Lamellen, die dem Lichte in verschiedener Dicke als sovieler **P r i s -**

men entgegengestellt sind, die dann das einfallende Licht verschieden brechen, einige davon durchlassen, andere zurückwerfen. Wo dann der Körper mit jener Farbe erscheint, welche die Gesamtheit der reflectirten Stralen gleich kommt.

Diese Vorstellung vom Entstehen der Körperfarben ist allerdings dem Lichtsysteme des Newtons gemäß. Allein die mechanische Beschaffenheit der Körperflächen wird nur dann erklärend, wenn sie in ihrem Grunde, welcher kein anderer als der dynamische sein kann, gefasst wird (37, 38.).

* Bei durchsichtigen gefärbten Körpern, z. B. rothen, gelben flüssigen; desgleichen bei gefärbten Gläsern, farbigen Edelsteinen u. d. gl. nimmt man wahr, daß sie dieselbe Farbe durchlassen, welche sie reflectiren. Rothess Flüssiges, welches man zwischen das Licht und Auge hält, erscheint in einem Kelchglase unterhalb am Boden, wo es dünne ist, blaßgelb, etwas höher, wo es dicker ist, orangefarbig; wo es noch dicker roth, und, wo es am dicksten ist, dunkelroth, u. s. w.

** Vorzüglich merkwürdig sind die
 Versuche Newtons von den Farben-
 erscheinungen, welche von der Lamel-
 lengestalt der Körper (von dünnen
 Flächen) abhängen. Veranlassung dazu
 gaben Boyle und Dr. Hook mit ihren
 Beobachtungen über die Seifenbla-
 sen, wobei sie bemerkten, daß eine
 Seifenblase anfangs weiß, nach einer
 Weile, da das Wasserhäutchen dünner
 geworden, alle Regenbogenfarben zeig-
 te. Newton stellte nachher höchst mü-
 hesame und scharfsinnige Versuche dieser
 Art an, namentlich mit zwei Linsen-
 gläsern, zwischen welchen sich Luft
 befand; die Phänomene hieß er die
Vices facilioris transmissionis
et reflexionis (Wechsel des leichtern
 Rück- und Durchganges des Lichtes).
 Derselbe Naturforscher berechnete eine
 Tabelle, von der er meinte, daß man
 mit Hülfe derselben aus der Dicke der
 durchsichtigen Scheibchen die Farbe,
 die sie reflectiren, und umgekehrt aus
 der Farbe die Dicke der Scheibchen
 bestimmen könne. Aehnliche Versuche
 haben nachher Abbé Mazeas, Dü
 Tour u. a. angestellt.

*** Hieher sind zu rechnen die Farben der Risse polirter Flächen, und die schönen Farbenspielungen des Opalagats und anderer Edelsteine. Ist im Innern solcher Steine, wie dort im Aeufßern die Continuität durch Spalten und Ritzen unterbrochen, und so Lamellengestalt mit eingesprengter Luft eingeführt: so erleidet das Licht eine Aenderung, wie in den zwei Convexgläsern des Newtons.

40.

Betrachten wir das Licht, welches auf undurchsichtige Körper fällt, und die Körper farbig darstellt, so zeigt das Licht ganz besonders sein Verhältniß zu den „Flächen der Körper,“

sie seien organisch,
oder unorganisch.

41.

Die Oberflächen der Körper, die wir undurchsichtig heißen, sind, wie wir schon früher bemerkten, immer sehr ungleichartig,

sowohl in dynamischer,
als mechanischer Hinsicht.

Jedes Theilchen eines Körpers ist für sich betrachtet ein Besonderes, sonach von eigener Qualität, und hat dann zum Lichte ein eigenthümliches (grösseres oder kleineres) Verhältniß. Fällt daher Licht auf die Oberfläche eines Körpers: so kommen seine Stralen in sehr ungleichen Conflict, indem jeder sich zu jenem Punct neigt, der ihm am meisten entgegen gesetzt ist (35); es wird dann jeder ein ihm gleichnamiges Licht befreien, und das Licht, welches reflectirt wird, auf das Auge einen Eindruck gesondeter Lichtstralen, das ist, den einer Farbe machen (35.).

Setzen wir aber die Theilchen einer Körperfläche in dynamischer Hinsicht sehr gleichartig, so können die Asperitäten eines Körpers von ungleicher Dicke sein, und sonach auf das Licht ungleich reagiren (35,). Wo dann das Licht, welches mit der Gesamtheit seiner Stralen auf das Auge wirkend bloß den Eindruck des Lichtes macht, an der Oberfläche des Körpers in seine heterogenen Stralen gesondert werden kann,

dafs sie hernach zurückgehend den Körper gefärbt darstellen.

* Eine grosse Anzahl von Körpern besitzt die Eigenschaft, mehrere Arten Lichtstrahlen zurück zu werfen, und folglich die Erscheinung vermischter Farben zu geben. Da sich nun die farbigen Strahlen in den verschiedensten Verhältnissen mischen lassen, so erhellet, die Verschiedenheit der Farben könne ins Unendliche gehen. Wir sehen auch, dafs die Natur unerschöpflich sei in Ausstattung ihrer Producte mit den mannigfaltigsten Farben und mit Nüanzirung derselben.

44.

Diesemnach haben die Körper, die mit Farben erscheinen, und Stoffe, die Pigmente heissen, ihre farbige Eigenschaft daher,

dafs sie entweder wegen Ungleichartigkeit der Theile in Hinsicht ihrer Qualität,

oder wegen Verschiedenheit der Theile in Hinsicht ihrer Quantität (der Masse, welche dem Licht reagirt),

das einfallende Licht in seine heterogenen Stralen theilen (differenziren), und diese dann im Conflict mit der Contraction der Körpertheilchen aus denselben ein ihnen homogenes Licht (nach der Regel: Gleichartige bestimmen einander) frei machen, das dann ausstralend den Eindruck auf das Auge bewirkt, mit dem wir die Vorstellung einer Farbe verbinden. — Was von den Körpern gesagt worden, gilt allgemein, mithin auch von den W o l k e n.

Die Körperfarben sind demnach Licht durch die Fläche der Körper differenziert „das Flächenlicht“ oder dynamisch benennt „das Flächenleben des Immateriellen der Natur.“

* Elektricismus ist allerdings auch ein Flächenleben, aber an die Oberfläche der Körper gebunden, ist das dynamische Flächenleben des Materiellen in der Natur (Theorie der Elektrizität).

45.

Aendert, wie wir wissen, der chemische Proceß die Qualitäten der Körper, sonach ihr Verhältniß zum Lichte: so müssen

in allen drei Reichen der Natur, die samt und sonders vom Chemismus beherrscht werden, dergleichen Veränderungen vorgehen, die das Verhältniß der heterogenen Stralen des Lichtes, welches auf die Körper fällt, stören, und dem chemisch veränderten Körper Farbe geben. Wir finden auch wirklich in allen drei Reichen der Natur Farben, und Pigmente, die wir dann auch abtheilen, in mineralische, vegetabilische und animalische.

46.

Im Mineralreiche (im anorganischen) nehmen sich die Farben der Metalle durch eigenen „Lichtglanz“ aus, den man auszeichnungsweise den Metallglanz nennet. Bedenken wir, daß die Beschaffenheit des Lichtes, welches beleuchtete Körper ausstralen, von der Qualität derselben abhängt (44.), und die Metalle unter den Cohärenten an Gleichartigkeit der Theile und Dehnbarkeit hervorragen, sonach ein solches Kräfteverhältniß andeuten, in dem die Expansion waltet, so ist abzusehen, daß das Licht, welches auf Metall fällt, mit der Contraction der Metalltheile sich in Conflict setzend, die Expansion besonders energisch

(mit vorzüglicher Intension) frei machen müssen, wodurch dann das Phänomen des Metallglanzes zur Wirklichkeit gelanget; zumal wegen grösserer Dichtigkeit (Gewichtigkeit) der Metalle, auch von mehreren Theilen die Expansion frei wird.

* Aus diesem letztern Grunde ist der Glanz aller Körper zu deuten, welche eine Politur annehmen, und sie z. B. durch Abschleifen, Abreiben u. d. gl. erhalten.

47.

Wird ein Metall chemisch verändert z. B. oxidirt, so geht seine Dehnbarkeit verloren; aber mit der Dehnbarkeit geht auch der Metallglanz unter. Im Oxyde wird nämlich die Contraction herrschend, und sonach ein ganz neues Verhältniß des Körpers zum Lichte eingeführt. Durch Beitritt eines neuen Grundstoffes (des Oxygens) verliert sich auch die Gleichartigkeit der Theile, so wie die ihrer Gestalt, Grösse und Dicke: das einfallende Licht erleidet also eine Spaltung in seine heterogenen Strahlen (42.), und das oxydirte Metall erscheint mit neuen, matten Farben.

* Mennig, Grünspan, Zinnober u. s. w.

48.

Im Pflanzen - und Thier - Reiche sind die Pigmente das Ausgeschiedenste des Organismus, gegen ihre Oberfläche hingetrieben. Nach chemischen Versuchen ist es vorzugsweise der Kohlenstoff in verschiedenen Graden oxydirt oder hydrogenirt, welcher die organische Körper färbet (Voigt). Kohlenstoff ist nach der Entdeckung des Drs. Doebereiner metallisch (Grundriss der allgem. Chemie etc. 1816.). Wir finden daher im Kohlenstoff nur wieder, was wir vorher von den Metallfarben gelehrt haben.

49.

Wissen wir nun aus den neuern Beobachtungen, daß die Natur durch ihre geheimen Processe den Kohlenstoff bis zum Diamant ausbilde, der zum Brillanten geschliffen, die reinsten und glänzendsten Farben aller Art strahlet, so genüget der Kohlenstoff auch hinlänglich, die Farben aller organischen Körper hervorzubringen.

Ganz vorzüglich besitzt die Vegetation das Vermögen Kohlenstoff zu bereiten, und ihn rein auszuscheiden: daher zeigen die Pflanzen weit hellere und höhere Farben als die Thiere; namentlich sind es die Blüthen, Blumen und Früchte, in denen die Vegetation ihren Gipfel erreicht, welche mit den schönsten und mannigfaltigsten Farben prangen.

So wie aber die Farben nur Lichter sind, die aus den Körperflächen stralen (44.); so ist es hinwieder das Licht, das von Aussen her auf die Körper fällt, welches sie zu Farben qualificirt, und durch seine (chemischen) Einflüsse ihre Ausbildung bewirkt. Nicht einmal das Grün gedeiht anders als unter der Einwirkung des Lichtes; alle Pflanzenkeime gehen weiß aus der dunkeln Erde hervor, und färben sich erst am Lichte. Dergleichen zeigen die Vögel unter den Flügeln graue oder matte Farben, während ihr Kopf, Rücken und Oberflügel, dem Lichte bloß gestellt, in glänzenden Farben spielen. Auch die Haut der Menschen färbt sich in brennendem

Sonnenlichte bräunlicht oder roth, da die bedeckten Theile weiß bleiben. U. s. w.

* Nach dem Gr. v. Humboldt sind jene Pflanzen, die im Dunkeln grünen, als *poa compressa*, *poa triuialis*, *Briza media*, *bromus mollis*, *plantago cancellata*, *trifolium officinale* etc. *Lichen verticale* u. s. w. — Da es keine absolute Nacht giebt (20 ****); so mag das wenige Licht, das sich auch in der Dunkelheit findet, hinreichen, die gedachten Pflanzen anzuregen, und die grünen Stralungen zu bewirken.

52.

Was von den lebhaften hohen Farben der Blüthen, Blumen und Früchte gesagt worden, gilt auch vom Gefieder der Vögel und den Schuppen einiger Fische. Die Federn z. B. der Papageien, der Colibris etc. unseres Eisvogels, des Pfauenschweifes u. a. der Schmetterlingsflügel u. s. w. Die Schuppen des Goldfisches u. a. zeigen die feurigsten Farben, sogar der Metallglanz spielt unter ihnen. Allein die Federn der Vögel, der Staub der Schmetterlingsflügel, die

Fischschuppen sind selbst nur **Producte** der **Vegetation**, die unter dem Einflusse des Lichtes den Kohlenstoff ähnlich dem **Diamant** bilden.

* **Guyton-Morveau** hält den Kohlenstoff für nichts anderes, als für ein **Oxyde** des **Diamants**.

** Vom **Schielern** der **Farben**, von der **Iris**, die sich z. B. am **Halse** der **Tauben** zeigt, u. d. gl.

*** **Farbenerscheinungen** welche dem **Lichte** nicht eigenthümlich sind, sondern von den besondern Zuständen des **Auges** abhängen, werden zufällige **Farben** genennt, **Büffon** hat zuerst darauf aufmerksam gemacht; **Scherfer** hat sie erweitert und zu erörtern gesucht. — Versuche von **Flaugergues** u. a. **Contraste** des **Prieur**.

**** **Kaleidoskop** (**Schönfiguren-Gucker**) als **Farbenspiel**.

53.

In **Hinsicht** der **Benennung** der „**Körperfarben**“ zeigt sich viele **Unbestimmtheit**. — Gewöhnlich werden **Weiß** und **Schwarz** aus der **Farbenclasse** ganz ausgeschlossen, und **Weiß** dem **Lichte**,

Schwarz aber dem Mangel am Lichte gleichgestellt. Die Behauptung stützt sich darauf: werden in einem finstern Zimmer die Lichtstralen durch das Prisma räumlich gesondert, und hernach mit einer Linse aufgefangen, so durchkreuzen sie sich im Brennpuncte, und geben dann vereint die Erscheinung von Licht (34.), das dann eine Mischung von Farben, aber selbst keine Farbe ist. Werden aber die hinter dem Linsenglase fortgehenden Stralen mit einer Wand aufgefangen, durch gemachte Oeffnungen durchgelassen, und gemischt (34.): so entstehen zwar sehr verschiedene Farben, aber durchweg keine schwarze.

54.

Die angeführten prismatischen Farbenerscheinungen sind allerdings richtig; aber die Anwendung derselben auf die Farben der Körper ist nicht ganz statthaft. Die Farben der Körper sind zwar Lichter, aber ihrer Ursprünglichkeit verlustigt, und sonach immer trüber Art. Wir können daher wohl Körperfarben entdecken, die kein Prisma weiset.

55.

Offenbar ist der Eindruck des Lichtes, den die durch die Linse gesammelten Strahlen machen, ganz anders als der des von Körpern reflectirten Lichtes, mit dem wir den Begriff von Weiß verbinden. Und wer möchte das Schwarz der Körper dem Mangel am Lichte, der Nacht oder Finsterniß gleichstellen? Zumal wir im Schwarzen und Weissen Unterschiede wahrnehmen, und von Schneeweiss, Blüthenweiss, Kreidenweiss, Milchweiss u. s. w. gleichwie von Kohlschwarz, Rabenschwarz, Sammet Schwarz u. s. w. sprechen. Auch zeigen sich in schwarzen und weissen Körpern nicht etwa bloß Umrisse, sondern auch Erhabenheiten und Vertiefungen (Falten) u. s. w. Das wohl nicht sein könnte, wenn Schwarz nur Abgang des Lichtes und Weiss nichts anders als das Licht wäre?

56.

Allerdings ist die weisse Farbe von Strahlen bewirkt, die von der Oberfläche des Körpers keine Zersetzung erlitten, und häufig reflectirt werden; — und Schwarz ist offen-

bar schwaches, sparsam reflectirtes Licht. Aber Weifs schlechthin Licht, und Schwarz geradezu Abgang des Lichtes nennen dürfte immer unpassend sein. Vergleichen wir die Körperfarben, so sind Weifs und Schwarz Extreme in der Farbenreihe, Weifs die hellste, Schwarz die dunkelste Farbe. Zu den hellen gehören gelb, orange, roth, und die Mischungen derselben in verschiedenen Verhältnissen. Die dunkeln Farben machen aus Blau und Violet, und deren Mischungen. Grün neigt sich bald zu den hellen, bald zu den dunkeln, und hält sich manchmal in der Mitte zwischen ihnen.

* Schwächt man eine Mischung aus Gallusäpfel - und Eisenvitriol - Auflösung mit Wasser bis zur Durchsichtigkeit, so erscheint die Mischung Violet. Löset man Schwefelalkali (Schwefelleber) durch Wasser auf, und gießt Eisenvitriolauflösung hinzu, so wandelt sich die gelbe Farbe des aufgelösten Schwefelalkali plötzlich in tiefes Schwarz. Wird nun diese Mischung gleichfalls mit Wasser geschwächt bis zur Durchsichtigkeit,

so erscheint sie grün. Schwarz
gleichet daher dem dunkelsten Vio-
let, oder dem dunkelsten Grün.
Auch Dunkelroth (z. B. im Bor-
deaux - Wein) kann sich schwarz zeigen.

III.

Dynamische Wärmethorie.

57.

In der Natur giebt es keine vollkommen un-
durchsichtige (Licht reflectirende Körper 31.).
Das Licht, welches auf undurchsichtige Kör-
per fällt, beschränkt daher seinen Einfluß
nicht allein auf die Fläche der Körper,
beleuchtet und färbet die Körper nicht
bloß, sondern das Licht dringt immer,
mehr oder weniger tiefer in die Körper ein,
und erweist sich auch auf ihr Inwendiges
wirksam (7.). — Unter andern äussert sich
das Licht der Sonne auf die grünen Pflanzen
so, daß sie aus ihrem Innern Oxygenluft

entwickeln; Hornsilber wird durch den Einfluß des Sonnenlichtes geschwärzt, u. s. w.

* Zerstörend wirkt oft das Licht auf die Farben der Körper, und färbt sie ab. Auch das Bleichen der grauen Leinen hat zum Theile seinen Grund in der Wirksamkeit des Lichtes, u. s. w.; denn das auch die Luft an dergleichen Erscheinungen Antheil nimmt, ist ausser Zweifel.

58.

Nämlich das Licht, welches in Berührung mit den Flächen der Körper kommt, geräth, wie schon mehrmalen bemerkt worden, in Conflict mit unzähligen Theilen, deren jeder ein Besonderes ist, und sonach seine Eigenheit hat. Es stellt daher jeder Körper dem Lichte die mannigfaltigsten Reactionen entgegen. Ueberdies sind in Hinsicht der undurchsichtigen Körper, die meisten Theile der linearischen Erregung unempfänglich (29.):

es schreitet daher das Licht, welches an der Oberfläche auch durchgelassen wird, nicht immer geradlinigt fort, sondern weicht in den verschiedensten Richtungen

ab, die leitenden (mehr erregbaren) Theile suchend.

Dadurch wird aber das Licht im Körper allseitig erregend, und nach und nach durch Reaction der Contractionen erschöpft, während daß die Expansion im Körper nach allen Dimensionen frei wird.

Nun wirkt aber die nach allen Dimensionen (cubisch) frei gewordene Expansion auf eine eigene Weise; sie strahlet nicht mehr, und zeigt keine Farben; sie hat die Körpermasse durchdrungen, und ist wirksam auf den Tact; wir nennen die Wirkung „Wärme.“

* Darnach ist der in der Empirie übliche Ausdruck auszulegen, „die undurchsichtigen Körper verschlucken (absorbiren) das Licht.“

59.

Es offenbaret also das Immaterielle in der Natur, welches wir überhaupt Licht nennen (16.) seine Thätigkeit in allen Raumformen

linearisch,

flächlich,
und cubisch.

Wir unterscheiden daher richtig ein dreifaches Licht,

ein Linienlicht (schlechthin
Licht),

ein Flächenlicht (Farbe),

und ein Massenlicht (Wärme).

60.

Daraus ist nun zu ersehen, wie „Licht,“ „Farbe“ und „Wärme“ sich zu einander verhalten. Dieses Dreierlei ist seinem allgemeinen Wesen nach Licht, das sich aber in dreifacher wesentlicher Form offenbaret. Hätten wir in der Natur lauter vollkommen durchsichtige Körper: so würde sich das Licht weder zur Farbe, noch zur Wärme gestalten. Aber wir würden dann die Körper nicht einmal sehen, gleichwie wir die sehr durchsichtige Luft nicht sehen. Erst durch Hemmung (durch Reaction), welche das einfallende Licht erleidet, entsteht eine Wahrnehmung desselben, und zwar für das Auge durch die Lichthemmung in Puncten und Flächen, für den Tact durch die Massahemmung.

Nämlich die Hemmung, welche das Licht an den einzelnen Theilchen, oder an ihrer Menge, welche die Oberfläche ausmachen, erleidet, macht die Körper sichtbar und farbig; die Hemmung aber, welche dem Lichte in seinem Durchgange durch einen Körper geschieht, setzt diesen in einen Zustand, den wir in Beziehung auf den Tact warm nennen.

* Es ist daher ausser Zweifel, daß das Licht (das stralende) für sich nicht warm sei, sondern bloß das Vermögen habe, Wärme zu erregen. Die Erfahrung stimmt auch durchweg mit dieser Ansicht überein. Erinnern wir uns nur an die mindere Temperatur in den hohen Luftgegenden, die doch der Sonne viel näher sind, als das ebene Land! Hat man doch mit Linsen aus Eis im Brennraume gezündet, ohne daß die Linse schmolz. Mir selbst gelang der Versuch im Jahre 1795. (31. *****).

61.

Geht einmal das Licht in Wärme über, das ist, wird das Linien- oder Flächenleben cubisch freie Expansion: so leitet es die chemischen Processe ein, welche

die Qualitäten der Körper ändern, und dadurch auch neue Verhältnisse zum Lichte herbeiführen.

62.

Die Wärme (cubisch freie Expansion) giebt dem Wasser und jedem Tropfbaren Flüssigkeit. Wo dann die Flüssigen in die Zwischenräume der Starren eindringen, dieselben allseitig berühren, und im Falle einer Entgegensetzung (Verwandtschaft) auch chemisch verändern können.

63.

Die Wärme kann bis zur Hitze in verschiedenen Graden gesteigert werden. Die Hitze schmelzt Metalle, und schlägt in das Phänomen des Brennens oder des Feuers aus, wobei sich das gesamte Leben des Immateriellen der Natur äußert, und sich in den Erscheinungen des Lichtes, der Farben und der Wärme wahrnehmbar macht.

* Hypothesen von einem Wärmestoff und einer Feuermaterie. Die Dynamik des Humphry Davy u. a.

** W ä r m e ist demnach das Princip
 aller Actionen, die im c h e m i s c h e n
 P r o c e s s e erscheinen; Wärme ist
 ganz eigentlich „C h e m i s m u s“ cubisch
 freie Expansion, im steten Conflict mit
 der Contraction (mit Cohärenz und Schwe-
 re der Körper) begriffen, und chemi-
 sche Verwandtschaften bedingend. — Be-
 ruht nun das organische Leben,
 das der Pflanzen und der Thiere, auf
 einem fortwährenden chemischen Proces-
 se: so erhellet die gänzliche Abhängig-
 keit des organischen Lebens von der
 Wärme. Es erweist sich auch durch-
 weg die Kälte als der Tod des Or-
 ganismus. — — Die Wärme ist also
 in jeder Hinsicht höchst bedeutend. Im
 chemischen Prozesse versinkt das L e -
 b e n des Immateriellen in dem
 d e s Materiellen; der chemische
 Process strebt L e b e n d i g e s an, und
 erreicht es mittelst des Galvanismus, im
 Organismus (M. Theorie des Galvanis-
 mus. N. 36.),

64.

Wir unterscheiden **Flammen -** und **Glut - Feuer**, je nachdem die aufgelösten und abgesonderten Theile leuchten oder nicht. Sowohl die Glut als die Flamme sind chemische Producte, und können dann als **neue (dynamische) Agentien** nur **höhere chemische Processe** einführen.

65.

Die **Erscheinungen der Wärme** sind daher höchst mannigfaltig. Ich führe die **vorzüglichern an**, und erkläre sie. Zu diesen **vorzüglichern Wärmeerscheinungen** rechne ich

A. Die Entstehungsweisen der Wärme;

B. Die Mittheilung der Wärme;

C. Die Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

66.

A. Die Entstehungsweisen der Wärme. Wärme entsteht 1. durch die **Sonnenstrahlen**, 2. durch das **Reiben zweier Körper aneinander**, 3. durch **Mischung der Körper**, wobei **Auflösung und Niederschlag** erfolgen.

1. Das Entstehen der Wärme durch Einfluß des Sonnenlichtes wird aus dem Obigen (58.) erkannt. Das Sonnenlicht macht in den Körpern, die ihm reagiren, die Expansion cubisch frei, und cubisch freie Expansion ist die Wärme. Aus demselben Grunde versteht man, warum durchsichtige Körper viel langsamer erwärmt werden als die undurchsichtigen. Die Luft, welche sehr durchsichtig ist, bleibt bei dem heftigsten Sonnenlicht kühl; reines Wasser, der Sonne ausgesetzt, kalt u. s. w. Undurchsichtige Körper, welche zu den hell gefärbten gehören, sonach das Licht mehr reflectiren als die dunkelgefärbten, werden nicht so frühe erwärmt von der Sonne, als die dunkeln (56). Legt man mehrere Tuchstreifen von verschiedenen Farben auf Schnee, so sinkt im Sonnenscheine der weisse Streif beinahe gar nicht, der schwarze am tiefsten ein. Die Erwärmung der übrigen Streifen, richtet sich nach der Farbe, die sich mehr der weissen oder mehr der schwarzen annähern. — Ein schwarzer Acker ist unter gleichen Umständen wärmer als ein weislicher; dunkle Kleider sind im Sommer wärmer als die hellen, u. s. w.

2. Das Entstehen der Wärme durch Reibung. Wird ein Metall gehammert, geprefst, oder in einen Drath ausgezogen, so entsteht Wärme; zwei Hölzer aneinander gerieben, werden warm, heiß, entzündet, u. s. w. Durch die Reibung zweier Körper strebt einer in den andern einzudringen: es kommen daher zwei Körperflächen in innige Berührung. Das Eindringen eines Körpers in den Raum eines andern hindert die Expansion; da aber die Expansion eines Körpers der Expansion des andern gleichnamig (nicht entgegengesetzt) ist, so sucht die Expansion des einen die Contraction des andern: wodurch die Expansion in beiden frei wird, anfangs an der Oberfläche, alsdann immer tiefer, wo dann die Expansion cubisch befreiet, als Wärme erscheint, die bei fortgesetzter Reibung bis zur Hitze erhöht wird. Ist dann der Körper entzündlich wie z. B. Holz, so nimmt seine Verwandtschaft zu dem Oxygen der angrenzenden Luft so zu, daß diese zersetzt, ihr Oxygen an das Holz abgiebt, und die Expansion, wodurch es luftförmig war, frei wird, die dann als Licht und Wärme zum

Vorschein kommt, und das Phänomen des Verbrennens darstellt. — Die mechanische Bewegung, die wir Reibung nennen, ist daher nur Anstalt inniger Berührung zweier Körper, welche die Erregung dynamischer Kräfte bedingt (vom dynam. Leben der Natur).

* v. Rumford trieb seine Versuche über die Erwärmung durch Reiben ins Grosse, indem er sie beim Bohren der Kanonen anstellte. Das Merkwürdigste schien ihm, daß die Wärmequelle im geriebenen Metalle sich unerschöpflich zeige. Allein da eben die dynamische Kraft eine unerschöpfliche Thätigkeit ist (20 *); so wird diese räthelhafte Erscheinung aus den dynamischen Kräften vollkommen begreiflich.

** Die Temperaturerhöhung comprimirter Luft (Pictet) ist als ähnliche Erscheinung, aus ähnlichem Grunde abzuleiten. Man erklärt sich daraus die Erscheinung des pneumatischen Feuerzeuges von le Bouvier Desmortiers; den Versuch Biot's, wobei ein Gemenge von Hydro-

genluft und Oxygenluft durch eine blosse mechanische Compression in einer Windbüchse zu Wasser verbrannte; die Lichterscheinungen bei einer losgedrückten Windbüchse, als wie die beim Zerplatzen einer Blase im luftleeren Raume, welche Desaignes beobachtet hat.

*** Aus demselben Grunde ist zum Theile zu erklären; die Hitzerhöhung in Papins Siedetopf u. s. w.

69.

3. Entstehung der Wärme bei Mischungen. Werden Metalle mit Säuren, z. B. Zinkfeil mit geschwächter Schwefelsäure begossen, so entsteht Wärme: defsgleichen erzeugt Wasser auf gebrannten Kalk geschüttet, und die Mischung von Eisen, Schwefel und Wasser Hitze, u. s. w.

Um diese und ähnliche Erscheinungen zu verstehen, müssen wir hier einige Lehrsätze aus der physischen Chemie auführen. Die Flüssigen, Dämpfe und Luftarten haben ihre Zustände vom Vorherrschen der Expansion über die Contraction. Jede materielle Substanz, z. B.

Was ser kann alle diese Zustände durchlaufen, aus dem Tropfbaren durch Verstärkung der Expansion in Dampf, und durch weitere Steigerung derselben in Luft übergeben. Das so veränderte Wasser kann seinen Rückgang antreten, aus Luft, Dampf, aus Dampf Flüssiges, aus dem Flüssigen wohl auch Starres werden. — Diesemnach ist zur Flüssigkeit mehr Expansion erforderlich als zur Starrheit, zu Dämpfen mehr als zur Flüssigkeit, zur Luft mehr als zu den Dämpfen. Aber daraus folgt ferner, wie es auch die Erfahrung bestätigt:

a. Wenn ein Flüssiges fest, oder Dampfartiges flüssig, oder ein Luftförmiges Dampf wird, so wird die Expansion frei — Wärme wahrnehmbar;

b. und zwar wird mehr Expansion frei, wenn der Uebergang aus Dampf in ein Flüssiges, als wenn Flüssiges in ein Festes übergeht; noch grösser wird die Befreiung der Expansion, wenn die Luft zu Dampf oder Flüssigem herabsinkt, oder wenn die Luft (z. B. die atmosphärische) eine solche Zersetzung erleidet, daß z. B. ihr Oxygen fest wird.

c. Das Gegentheil (Abkühlung) erfolgt, wenn ein starrer Körper flüssig, ein flüssiger dampfartig, Dampf Luft wird.

Man erklärt sich diesem zufolge z. B. die Erwärmung der Mischung aus Zinkfeil und Schwefelsäure, die durch Wasser geschwächt worden. Nämlich das Wasser wird zersetzt, sein Oxygen verbindet sich mit dem Zink, und wird so, dieses säuernd, fest; da tritt dann die Expansion nach allen Dimensionen in Freiheit, und erscheint als Wärme. Gießt man Wasser auf gebrannten Kalch, so wird ein Theil des Wassers fest, ein anderer gar zersetzt, indem sich die alkalische Erde mit dem Oxygen desselben vereint, und dadurch die Wärme befreit wird, u. s. w.

Ein belehrendes Beispiel vom Verbrauch der Expansion (Fixirung der Wärme), in entgegengesetzten Fällen liefert Wilkens Versuch: wenn man 1 Pfund Schnee von 0 Grad (Reaum. Scale) mit 1 Pfund ohngefähr 58° warmen Wassers vermischt: so wird der Schnee zwar völlig geschmolzen, das entstandene Wasser aber hat dennoch nur eine Temperatur von 0 Grad. — Wird ein Wein- oder Bierfafs in der Sonnenhitze mit nassen Tüchern umwickelt, und werden diese stets feucht er-

halten, so bleibt Wein und Bier im Fasse kühl, indem das ausdünstende Wasser Wärme absorbiert (69), so dem Fasse Wärme entzieht, es abkühlt, u. s. w. Aus demselben Grunde ersieht man, daß in zinnernen Gefäßen Wasser gesotten werden könne, ohne daß das Zinn schmilzt, u. dgl.

70.

B. Mittheilung der Wärme. Hier tritt die Wärme mit einem anderen Körper, der auf einer niedrigen Temperatur steht, und den wir kalt nennen, in Gegensatz, und nur in dieser Beziehung ist das Phänomen begreiflich, das wir nennen die Mittheilung der Wärme.

Werden nämlich zwei Körper von ungleichen Wärmegraden (Temperaturen) mit einander in solches Verhältniß gesetzt, daß sie einander berühren: so theilt der wärmere dem kalten seine Wärme mit, so, daß nach einer längern oder kürzern Zeit beide denselben Wärmegrad erlangen. Da eine Menge umherstehender Körper wenigstens in mittelbarer Berührung (z. B. durch Dazwischenkunft der Luft) stehen, so geschieht: daß alle Körper eines Systems über kurz oder lang dieselbe Temperatur erhalten.

Kommen verschiedenartige, auf gleichen Grad erwärmte Körper mit unserem Leibe in Berührung; so machen sie in Hinsicht der Temperatur auch ungleiche Eindrücke, und verursachen dann verschiedene Empfindungen. Berühren wir z. B. mit einer Hand ein Metall und mit der andern ein Holz (beide von gleicher aber niedern Temperatur) so empfinden wir das Metall kälter als das Holz. Auf eine ähnliche Weise wird ein warmer Körper im Wasser schneller abgekühlt als in der Luft, u. s. w.

Auch beobachtet man, daß ein Körper einem andern von gleicher Masse, bald mehr bald weniger Wärme mittheilen müsse, um ihn auf den nämlichen Grad zu erwärmen, oder, mit andern Worten: man beobachtet, daß ein Körper mehr Wärmecapacität habe als ein anderer von gleicher Masse. Setzt man z. B. daß ein gewisser Zusatz von Wärme die Temperatur eines Körpers A um 20 Grade erhöhe, die eines andern aber von gleicher Masse und Temperatur sie nur auf 10 Grade bringe: so wird die Wärmecapacität von A (specifisch) geringer sein als von B, und zwar in dem Verhältniß von 10 zu 20 oder 1:2. — Dasselbe fände statt, wenn A in Verbindung mit B eine Tempera-

turverminderung $\equiv 20$ erlitte, während der andere B eine Erhöhung $\equiv 10$ erhielt; so würde gleichfalls die Wärmecapacität von A zu B sich verhalten wie $1 : 2$.

Nehmen wir aber die Masse ungleich an, so würde jenes Verhältniß $1 : 2$, auch nicht mehr jenes der Capacität sein. Gesetzt, daß bei jenem Verhältnisse die Temperaturänderung z. B. die Masse B z. B. 5mal größer als A sei, so ist klar, daß nun das Verhältniß der Capacität (der respectiven Wärme) von A zu B sein werde $\equiv 1 : \frac{2}{5} \equiv 5 : 2$; das heißt, jetzt muß man das Verhältniß $1 : 2$ noch mit dem Umgekehrten der Massen A und B, also mit dem Verhältniß $5 : 1$ zusammensetzen.

* Ausführlicher hievon handelt Crawford (über Wärme der Thiere etc. Aus dem Engl. von C. Crell. Leipzig 1789.) Tob. Mayr (Gesetze und Modificationen des Wärmestoffs. Erlang 1796. u. a. — Tabellen über specifische Wärme oder Capacität findet man in Bergmanns Opusc. Vol. III. p. 434.; und in Grens Naturlehre.

**** Wärmesammler (Condensator der Wärme) von de Saussure und Dücara.**

71.

Was die Erklärung der Wärmemittheilung überhaupt betrifft: so geht sie aus dem Streben der freien Expansion (die als Wärme erscheint) sich mit der Contraction eines andern, der ihn berührt, und dessen Expansion deprimirt ist, von selbst hervor. Nämlich während daß sich die freie Expansion des Körpers, den wir warm nennen, zur Contraction eines andern, der auf einer niedrigeren Temperatur steht, hinneigt, wird in dem andern die Expansion frei, während in jenem die Expansion abnimmt; wo dann in jenem die Temperatur sinken, in dem andern steigen muß.

Die Wärmemittheilung geschieht also nicht dadurch, daß aus einem Körper Erwärmendes in einen Anderen übergeht, sondern dadurch, daß in einem Anderen die Expansion (gleichsam schlafende Wärme) aufgeregt wird. Berührt nämlich ein warmer Körper A einen kalten B, so sucht sich die Expansion von A mit der Contraction von B,

an der Oberfläche zu vereinen; die an der Oberfläche befreite Expansion des Körpers B macht in den angränzenden, tiefer liegenden Theilen, die Contraction suchend, die Expansion frei, und so fort, bis der ganze Körper erwärmt ist. Indefs erneuert A fortwährend seine Erregung in B, wodurch die Contraction in A in Freiheit kommt. — A sich abkühlt, während B an Wärme wächst, bis beide zu derselben Temperatur gelangen d. i. Actio und Reactio der dynamischen Kräfte gleich ist.

* Mit dieser dynamischen Ansicht mag immer der Sprachgebrauch: „die Wärme wird mitgetheilt“ u. d. gl. fortbestehen. Der Dynamiker soll ihm bloß Auslegung geben.

** Dr. Wagner, welcher Wärme und Licht dynamisch aufgefaßt hat (Theorie der Wärme und des Lichtes. Leipzig 1802.), heisst die Wärme unbestimmt Expansivkraft, und, ob er gleich die Wärmemittheilung richtig für eine Erregung ansieht: so läßt er diese dennoch unerklärt.

Ist nun die Mittheilung der Wärme nichts anderes als Erregung der in der Synthese gebundenen Expansion eines kalten Körpers: so ist die Wärmemittheilung allerdings abhängig

von der zu erregenden Masse,
und von dem Grade der Erregbarkeit eines Körpers.

Und wir erkennen dann, daß bald mehr bald weniger Wärme mitgetheilt werden muß, bis beide auf dieselbe Temperatur gelangen, wornach dann sowohl die Wärmecapacitäten als die Wärmeleitungen zu deuten sind.

* Insbesondere wird daraus verstanden, warum ein warmer Körper von verschiedenen Umgebungen in ungleichen Zeiten abgekühlt werde; warum ein Körper von grösserer Oberfläche in derselben Umgebung sich früher abkühle als einer von kleinerer Oberfläche; warum ein Bindfaden, der um ein Gefäß gebunden ist, erst dann sich entzünde, wenn das ganze Gefäß bis zur Glühehitze erwärmet ist; warum die Hand das Eisen kälter empfinde als Holz, Stroh u. d. gl. von

der nämlichen Temperatur; warum ein Keller im Winter warm und im Sommer kalt erscheine, ob er gleich im Winter von viel niedrigerer Temperatur als im Sommer ist; warum die Eisgruben mit hölzernen Bekleidungen dem Eindringen der Wärme mehr widerstehen, als steinerne Wände; warum man sich im Winter zweckmässig mit Wollentüchern kleide, in Pelzwerke einwickeln u. dgl. gegen die Kälte in den Betten Schutz suche u. s. w.

* * Ingenhous, Rumford u. a. suchten das Gesetz zu finden, welches die Fähigkeit der Körper Wärme zu leiten angiebt; allein ihre Angaben sind nicht einstimmig. Die Regel, „die Electricitäts - Leiter sind auch Wärme - Leiter,“ mag gelten, so lange man keine grosse Genauigkeit fordert. Von Rumford bemühte sich zu beweisen, dass die elastisch und tropfbar Flüssigen absolute Nichtleiter der Wärme seien. So wie dieses dem Begriffe der Erregbarkeit widerstrebt, zeigte Socquet in der Erfahrung das Gegentheil. Die vielseitig angestellten Versuche weisen uns, dass die Flüssigen überhaupt schlechte Wärmeleiter seien.

*** Anwendung der Wärmeleitung auf ökonomische (Holz ersparende) Oefen u. s. w. auf Bedeckung der Pflanzen und Früchte mit Stroh gegen die Winterkälte u. d. gl.

73.

C. Ausdehnung der Körper durch die Wärme. Alle Körper werden erwärmet, in einen grössern Raum, nach Länge, Breite und Tiefe ausgedehnt, wodurch sich eben die Wärme als cubisch wirkende Expansion aufs bestimmteste offenbaret. Ueber die Ausdehnung der Körper durch die Wärme hat man die entscheidensten Erfahrungen, z. B. eine erwärmte Kugel von Stein, Metall etc. geht nicht mehr durch das Loch, durch welches sie vor der Erwärmung durchgegangen; eine Flasche voll mit Flüssigem läuft über, wenn dasselbe erwärmt wird; eine schlaffe Blase mit Luft, schwillt auf, und füllt sich, u. s. w. — Soviele Anschauungen: die Wärme sei in der That nichts anderes als „cubisch freie (die Contraction cubisch besiegende) Expansion.“

74.

Die Ausdehnung erfolgt so: Die Luftarten dehnen sich schneller und stärker aus als die Flüssigen; diese schneller und stärker als die starren Körper. Es widerstrebt nämlich der Ausdehnung die Cohärenz, die in der Luft am geringsten, in den starren am stärksten ist.

* Die Werkzeuge, welche dienen die Ausdehnung fester Körper zu messen, heißen Pyrometer. — Muschenbroek gab am ersten eine pyrometr. Vorrichtung an, die nachher Verbesserung erhielt durch Elicott, Smeaton, Nollet, Wedgwood u. a. — Lambert suchte das Meßbare der Wärme und des Feuers in eine Wissenschaft zu gestalten, daher seine Pyrometrie, oder vom Masse des Feuers und der Wärme. Berlin 1779.

75.

Von der leichten Ausdehnung der Flüssigen durch die Wärme, wurde eine sehr nützliche Anwendung gemacht auf ein Werkzeug „die relativen Wärmegrade“ verschiedener Körper zu bestimmen. Das Werkzeug wird genannt Thermometer.

* Fahrenheitisches, Reaumur'sches, Celsius'sches, Delisli'sches Thermometer. — Vergleichungsthermometer und allgemeine Formeln zur Vergleichung der Thermometergrade verschiedener Scalen von Hindenburg u. s. w.

** Von Metallthermometern Mortiners, des Grafen von Loeser, des Zeiters.

*** Versuche, die Wärme, welche brennende Körper (verschiedene Brennmaterialien) erzeugen, durch die in einer gewissen Zeit geschmolzene Menge von Eis zu bestimmen mittelst eines Calorimeters (Eisapparats) von Lavoisier und Laplace, Montgolfier's Calorimeter (Gilberts Annalen. Jahrg. 1810. St. 8.).

76.

Bei geringer Temperatur, die wir „Kälte“ nennen, geschieht in Hinsicht der Ausdehnung gerade das Gegentheil: alle Körper ziehen sich durch die Kälte in einen engeren Raum, nach Länge, Breite und Tiefe, zusammen. Wodurch sich dann die Kälte als

freie Contraction kund giebt, welche die Expansion nach allen Dimensionen beschränket. Nach dem Maße die Contraction frei wird, wächst die Beschränkung der Expansion, bis der volle Sieg der Contraction über die Expansion in den Flüssigen mit Erstarrung endet; welche wieder durch freie Expansion besiegt, abermal in den Zustand der Flüssigkeit, des Dampfes u. s. w. übergeht.

* Wird in gestossenes Eis oder Schnee von ungefähr 10 Gr. (Fahrenheit. Scale) ein Thermometer gestellt, und dann in ein warmes Zimmer gebracht, so steigt das Thermometer bis 32 Gr. und nicht höher. Dieser Punct heisst dann der Gefrierpunct. Macht man das aufgethaute Wasser siedend heiss, so steigt das Thermometer bis auf diesen Punct; hebt sich aber nie über ihn, obgleich das Wasser zu sieden fortfährt; dieser Punct wird der Siedpunct genennt. Die auf das Eis wirkende Wärme erhöht nämlich die Temperatur des Eises, und bringt es zum Schmelzen, wozu so viel Wärme verbraucht wird, daß die Temperatur des Wassers (der Eispunct) eine Weile bleibend ist, bis nach weiterem Zutritt der

Wärme seine Temperatur eine Vergrößerung erhält. Kommt das Wasser in Sudt, so verwandelt die zunehmende Wärme das Wasser in Dampf, und geht mit diesem stets in die Atmosphäre über, dafs also auch die Siedhitze nicht zunehmen kann (Versuche des de Luc und des Drs. Blank).

77.

Diesemnach ist die Kälte nicht blofs Mangel an Wärme, sonach nicht etwas Negatives; sie ist eine reelle Kraft, „die dynamische contractive Thätigkeit, welche die Expansion nach allen Dimensionen beschränkt.“ Es sind auch die Wirkungen der Kälte positiv, und sonach durch blofse Negation eines Wärmeprinzips nicht begreiflich.

* Von einer kalt machenden Materie und von anderen Hypothesen.

78.

Das Erstarren eines Flüssigen z. B. des Wassers erfolgt gewöhnlich sehr langsam, durch allmäliges Freiwerden der Contraction, und ihren stufenweisen Sieg über die Expansion. Im Anfange zieht sich das

Wasser durch die Kälte in einen engern Raum zusammen, breitet sich aber nachher beim Gefrieren nach allen Dimensionen aus. Sinkt die Temperatur bis auf den Eispunct, so erstarren die kleinen Tröpfchen (Puncte), und schießen dann in Linien (Eisstralen) an, die gewöhnlich Winkel von 60 und 120 Gr. bilden (Mairan). Bei wachsender Kälte werden die Eisstralen immer dicker, und vereinen sich in Blättchen, die nach und nach in eine starre Oberfläche übergehen, die sich hernach andere Flächen aneignet, und so sich in die Dicke ausdehnt. Die Eisstralen gehen meistens von den Wänden des Gefäßes hervor, und zeigen mit ihren divergirenden Schenkeln ihr Bestreben den Raum des Wassers zu vergrößern an. Es wird auch wirklich die Raumgröße des Wassers durch sein Gefrieren bewirkt, indem dadurch das Flüssige erstarret, sonach das Continuum in das Interruptum übergeht (allgem. Physik), und durch Zwischenräume in ein größeres Volumen ausgespannt wird. Wo dann die Theile nach dem Gesetze der Besonderheit und Entgegensetzung, nach Cohärenz streben, und diese, da die Anzahl der Theile, mithin auch die Menge der Bestrebungen, außerordentlich groß ist,

ie nur unter gewaltiger Ausdehnung des Wassers erstreben.

Während dem Gefrieren des Wassers entwickeln sich vornehmlich aus der Mitte seiner Masse sehr viele kleine Blasen, die grossentheils von den in Dünste verwandeltem Wasser entstehen, indem solche Blasen sich am häufigsten eintreiben, so, daß sie die Masse ganz undurchsichtig machen: wenn ein durch Kochen von Luft befreites Wasser im luftleeren Raume gefriert (Lichtenberg). C. Wistar hat beobachtet, daß das Eis in einer eiskalten Luft einen sichtbaren Dunst erzeuge.— Daß Blasen dieser Art auch den Umfang des Eises vergrössern, und sonach sein Ausspanungsvermögen erhöhen müssen, erhellet wohl von selbst.

* Da das Wasser durch Erstarrung in einen grössern Raum ausgedehnt wird, so ist es klar, daß das Eis auf dem Wasser schwimme, und wohl gar über dasselbe hervorrage. — Aus dem gewaltigen Streben der Eistheilchen einen grossen Raum einzunehmen, erklärt man sich die ungeheuren Wirkungen der Kälte, die sie äussert im Zerreißen metallener Gefässe, welche mit Wasser gefüllt,

und wohl verschlossen sind, sobald das Wasser gefriert: man versteht ferner die Spaltung saftiger Bäume, der feuchten Felsen etc., wenn sie von großer Kälte ergriffen werden, die Aufhebung des Pflasters in kaltem Winter u. s. w. — Huygens und Williams Versuche. Muschenbroeck berechnete die Kraft, womit das in Eis verwandelte Wasser sein Gefäß von Kupfer zersprengt hatte, auf 27720 Pfund.

79.

Unter andern Kältephänomenen ziehen die Aufmerksamkeit auf sich, das der künstlichen Kälte, und das des plötzlichen Erstarrens eines eiskalten Wassers im verschlossenen Gefäße durch einen Stofs.

80.

Wird Eis oder Schnee durch irgend ein Salz zum Schmelzen gebracht, so muß der angränzende Körper, z. B. ein zinnerner Teller, der mit der Mischung aus Schnee und Rochsalz auf einem feuchten Tische steht, die Expansion hergeben (69.), wo dann in der Angränzung (im Teller und im feuchten Tische)

die Contraction frei wird, sonach das Gefrieren des Tellers an den Tisch bewirkt, während das Thermometer in dem zerflossenen Schnee getaucht, die Aenderung, wie oben (69.) erleidet.

* Eine besonders große Kälte bewirkt die Mischung aus 8 Theilen salzsaurer Kalkerde mit 6 Theilen Schnee (Lowitz, Gilberts Annalen der Physik B. I. S. 479. etc.).

** Aehnliches Entstehen hat die Kälte bei einigen Auflösungen. Wird z. B. crystallinisches Salz im Wasser aufgelöst, so muß in den cohärenten Theilen die Contraction durch die Expansion besiegt werden; wo dann die Expansion dem Wasser entgeht, und das Wasser dadurch eine Verminderung seiner Temperatur erleidet, u. s. w. Versuche über Hervorbringung künstlicher Kälte von Lowitz (in Crells chem. Annalen 1796. I. B.).

*** Die merkwürdigste Wirkung künstlicher Kälte ist das Festwerden des Quecksilbers. Im Jahre 1759 sah am 17. Dec. Prof. Braun in Petersburg das

Quecksilber eines Thermometers in einer Mischung von Schnee und rauchendem Salpetergeist wirklich erstarren. Am 25 Dec. wurde der Versuch wiederholt, und die Thermometerkugel zerbrochen, das Quecksilber zeigte sich als eine feste, glänzende, metallische Masse, welche weicher als Blei war, und einen dumpfen Schall gab. — Hutchins bestimmte durch Versuche den wahren Eispunct für das Quecksilber, nämlich $= -38 \frac{1}{2}$ Gr. nach Fahrenheitischer Scale. — Nachher wurde in Frankreich von Hassenfratz, Zanetti u. a., wie auch zu Rotterdam von W. Rouppe das Quecksilber durch künstlich erhöhte Kälte zum Gefrieren gebracht.

81.

Erkaltet Wasser in einem verschlossenen Gefäße bis auf den Eisgrad, so gefriert es auf einmal, wenn daran gestossen, oder es sonst erschüttert wird (Fahrenheit, Blayden u. a.). Der Unterschied zwischen einem Wasser, das frei steht, und dem, das in einem Gefäß eingeschlossen ist, besteht darin, daß die Oberfläche des freistehenden Wassers in unmittelbarer Berührung

mit der kalten Atmosphäre ist, sonach seine obersten Theile früher als die tiefer liegenden erkalten; hingegen im verschlossenen Gefäße alle Theile insgesamt auf gleiche Weise kalt werden, also auch auf einmal erstarren, zumal, wenn eine Erschütterung hinzukommt, welche bewirkt, daß die Bestrebungen der Theilchen sich mit ihren Gegensätzen zu vereinen weniger coercirt - freier werden.

* Diese Erklärung wird dadurch bekräftigt, daß im Wasser, welches mit einer Lage Oel begossen ist, dieselbe Veränderung erleidet, die wir im Wasser, das in einem Gefäße verschlossen ist, wahrnehmen.

82.

Den voranstehenden Versuchen und Lehren von Licht und Wärme ist noch beizufügen, was alte und neue Beobachtungen „von einer sogenannten stralenden Wärme“ lehren.

1. Bringt man in den Focus eines Hohlspiegels ein starkes Kohlfeuer, und hängt in den Focus eines andern Hohlspiegels einen Schwefelfaden auf: so wird dieser durch die Stralen, die von dem ersten Spiegel mit seiner

Axe parallel zurückprallen, und dann vom zweiten im Brennraume vereint werden, angezündet.

2. Astronom Herschel hat beobachtet, daß ein stralendes Licht durchgehens eine stralende Wärme begleite.

3. Die wärmenden Stralen, welche die leuchtenden Sonnenstralen zur Begleitung haben, oder die aus einem glühenden Eisen ausstralen, können durch eine Glaslinse sogar gebrochen, und in einem Brennraume gesammelt werden.

4. Herschel verglich die erleuchtende und die wärmende Kraft der farbigen Lichtstralen des Spectrums, und schloß aus seinen Beobachtungen, daß das wärmende Vermögen der rothen Stralen sich zu dem der violetten verhalten wie 1 : 2. Aus seinen Versuchen mit den nichtleuchtenden, wärmenden Stralen, die außerhalb der Gränzen des Spectrums liegen, zog er den Schluß, daß das Vermögen zu wärmen im zunehmenden Fortschritte von Violet bis zum Roth, und über dieses hinaus wachse, so, daß sich das Maximum der Wärme einen halben Zoll außerhalb der rothen Stralen befinde.

* John Leslie bestritt diese Versuche; Engelfield nahm sie aber in Schutz.

** Nachdem wir gewiesen haben, daß das Licht überhaupt nichts anderes ist, als das Leben des Immateriellen in der Natur, so schließt der Begriff von Licht keineswegs wesentlich (nothwendig) die Sichtbarkeit ein, und so ist dann auch das besondere Licht, das stralende (linearische) nicht nothwendig sichtbar. Da ferner gezeigt worden, der wesentliche Unterschied zwischen Licht insbesondere und der Wärme bestehe darin, daß sich jenes linearisch, dieses cubisch äußere: so darf in der Physik nicht von stralender Wärme die Rede sein; was die Erscheinung bewirkt, ist unsichtbares Licht, das für sich nicht warm, wohl aber Wärme erregend ist (60. *): welches eben darin Bestätigung findet, daß die sogenannte stralende Wärme, nach Herschel, denselben Gesetzen der Reflexion und Refraction unterliege, wie das Licht.

*** Unsichtbare Lichtstralen Ritters.

83.

Erscheinungen, bei denen unter Auflösung des Körpers Licht und Wärme frei werden, bezeichnet man mit dem Namen „Verbrennung.“ Die Auflösung der Körper geschieht indess manchmal äußerst langsam, und Wärmeentwicklung wird nicht allemal merklich. In diesem Falle nennt man die Erscheinung „das Phosphoresciren.“

84.

Beispiele phosphorescirender Körper liefern uns die chemischen Praeparate, welche Phosphore genannt werden, (Harnphosphor, Kunkelscher etc.); faules Holz, thierische in Fäulniß gerathene Stoffe, die Pholaden im Meere, Johanniswürmer, u. s. w.

* Versuche von Spalanzani, Carradori, von Humboldt u. a. So verschieden diese Naturforscher die Resultate ihrer Beobachtungen aussprechen, so ist das: „die Phosphorescenz der Insecten, des faulen Holzes u. d. gl. sei eine Art Verbrennung“, welches Spalanzani behauptet, der Wahrheit sicher am nächsten.

85.

Das Brennen, wobei ein Körper unter Erscheinung des Lichtes und merklicher Wärme aufgelöst wird, ist das eigentliche Brennen, und wird das Feuer genannt, Glut- oder Flammenfeuer (63. 64.).

86.

Bekannt ist, daß nur unter dem Einflusse der atmosphärischen (athmenbaren) Luft, ein Körper brenne. Die Erscheinungen, welche die Verbrennung eines Körpers begleiten, sind, nach chemischen Versuchen, folgende:

1. Wird z. B. Schwefel in der atmosphärischen Luft verbrannt: so wird die Luft zersetzt, und ihr das Oxygen (das Athmenbare) entzogen, so, daß der Rückstand azotisch (unathmenbar) ist.

2. Der verbrannte Schwefel ist gesäuert, und hat am Gewichte gerade so viel zugenommen, als der Oxygenverlust in der Luft beträgt.

3. Je oxygenreicher die Luft ist, in der ein Körper brennt, desto heller ist die Flamme, und desto größer die Hitze.

4. In einer Oxygenluft brennen die Körper mit Sonnenglanze und unter größter Hitze. Nicht nur brennt in ihr z. B. Eisendrath wie Wachs, sondern sogar Diamant entzündet

sich durch die Hitze, welche Oxygenluft erzeugt, und brennt mit lodernder Flamme. (Guyton, Humphry Davy, u. a.)

* Das Verbrennen eines Körpers ist daher eigentlich ein Säurungsproceß, der, wie die Chemie ausführlich lehrt, so entsteht: der gehörig erwärmte brennbare (säuerbare) Körper zersetzt die atmosphärische Luft, und eignet sich ihr Oxygen an. Da wird die Expansion, wodurch vorhin Oxygen Luftgestalt hatte, frei; die freie Expansion wirkt aber in die Umgebung theils stralend theils cubisch ein, und erscheint dann als Licht und Wärme (83), wovon der entzündliche Körper ergriffen, aufgelöst und theils in glühenden Rauch, in Dampf und Ruß, theils in Asche verwandelt wird.

** Göttings Versuche mit Phosphor in der Azotluft, führt die Chemie an, und weist, daß sie der Verbrennungstheorie nicht entgegen sind.

87.

Eben auf den Einfluß der athmenbaren Luft, wodurch das Feuer bedingt ist, gründet sich eine Menge praktischer Anstalten im gemeinen Leben, als da sind, der Bau der Windöfen; der Gebrauch der Blasbälge bei Hüttenwerken, u. d. gl. die Einrichtung der Glut-

pfannen, die Anlegung der Kamine u. a. m. — Die Löschanstalten bei Feuersbrünsten zielen samt und sonders dahin, die Berührung der erhitzten Körper mit der Luft zu verhindern. Das Wasser, womit die Körper begossen werden, hindert eben die Berührung der Luft, nebst dem, daß sich ein Theil des Wassers, das man auf den Brandt und dessen Angränzungen spritzt, in Dampf auflöst, wozu viel Wärme verbraucht (69), sonach den erhitzten Körpern entzogen, und das Umsichgreifen der Brunst gehindert wird (Van Marum's Versuche).

* Die Wirkungen der Argand'schen und sogenannten Rumford'schen Lampen (Bordiers Astral-Lampen) u. a. haben größtentheils im Luftzuge, der die Dochte bestreicht, ihren Grund.

** Von Lampen mit Weingeist, Oelen und Talg. Von Termolampen und ihrem Gebrauche zum Nutzen und Vergnügen (William Henry, in Gilberts Annalen der Physik. Jahrg. 1806. St. 6.) — Termolampenöfen im Grossen (Gilberts Annalen. Jahrg. 1808. St. 12.).

83.

Die Körper, welche wir zu den brennbaren rechnen, sind nicht gleich leicht entzündlich (ihre Expansion nicht gleich leicht

erregbar): dieselbe Masse fordert daher bald mehr bald weniger Hitze, um ihr jenen Wärme-grad zu geben, der zur Zersetzung der Luft, folglich zum Anbrennen nöthig ist. So läßt sich **W e i n g e i s t** leicht anzünden, und brennt dann an seiner ganzen Oberfläche, während das **O e l**, **Wachs**, u. s. w. im höhern Grade erhitzt werden müssen, daß auch nur ein kleiner Theil ihrer **Masse** brennt. Daher der **Gebrauch** des **D o c h t e s**, der das Flüssige oder Flüssiggemachte durch seine Haarröhrchen einsaugt und empor hebt, alsdann der Flamme als Nahrung zuführt, wodurch sich nicht nur das **O e l**, **Wachs**, **Unschlitt** u. d. gl., sondern auch der **Docht** verzehrt, oder doch unbrauchbar wird; ein **e w i g e r D o c h t** oder ein **e w i g e s L i c h t** sind daher Undinge.

89.

Die Flamme ist glühender Rauch (64.): die verschiedene Beschaffenheit der Rauchtheilchen, die sich vom brennenden Körper absondern, müssen daher auch **V e r s c h i e d e n h e i t** in die Flammen einführen. Wir nehmen auch große Unterschiede im Flammenfeuer wahr in Hinsicht auf seine **Reinheit**, **Helligkeit**, **Farbe** u. a. Z. B. **Mohnöl** brennt mit ungleich hellerer und reinerer Flamme als **Leinöl**; **Unschlitt** brennt unterhalb mit

bläulichter, an der Spitze mit röthlicher Farbe, in der Mitte zeigt es herrschendes Licht; Wein-geist brennt mit bläulicher Farbe, Kupfer mit grüner, Zink mit weifsgelber u. s. w.

* Feuerwerke mit allen Farben u. d. gl.

** Die Farben des sogenannten elektrischen und galvanischen Lichtes sind nach ähnlichen Erscheinungen (80.) zu beurtheilen.

90.

Bisher war immer die Rede von solcher Art der Verbrennung, die gewöhnlich ist, und durch Erwärmung oder Erhitzung eines brennbaren Körpers hervorgebracht wird. Es sind noch viele andere Verbrennungsarten; ich erwähne folgende: Verbrennung kann bewirkt werden

durch Brenngläser und Brennspiegel, durch die Electricität und den Galvanismus, und durch Selbstentzündung.

91.

Das Sonnenlicht ist für sich nicht warm, hat aber das Vermögen in den undurchsichtigen Körpern Wärme zu erregen (60.*). Dieses Vermögen äußert sich auch gewaltig, wenn eine grosse Menge Stralen durch Linsengläser gebrochen, oder von Spiegeln reflectirt,

auf einen kleinen Raum gelenkt werden, und sonach sehr verdichtet auf einen verbrennlichen Körper erregend einwirken. Man verbrennt auch wirklich durch Spiegel- und Linsengläser im Augenblicke Holz, und bringt sonst mittelst derselben die Wirkungen des heftigsten Feuers, Schmelzung und Verkalkung der Metalle, Verglasung der Steine u. dgl. hervor.

* Da das Licht, seinem Wesen nach, die Urkraft der Natur (eine allwirksame Kraft) ist (20.); so ist keine Erregung (Hitze) zu groß, welche die häufig gesammelten und concentrirten Stralen nicht hervorzubringen vermöchten.

** Vom großen Convexglase des Tschirnhausen, zu dessen Schleifung er eine eigene Maschine baute (1697). Dasselbe hielt 3 Schuhe und 5 Zolle im Durchmesser. — Hartsoecker setzte seiner Linse noch ein Collectivglas hinzu, und verfertigte so ein zusammengesetztes Brennglas, u. s. w.

*** Von Villettschen und Tschirnhausischen Hohlspiegeln, von der Zusammensetzung der Planspiegel des Kirchers und des Buffon, u. s. w. — Der Spiegel von Tschirnhausen

betrug 3 Leipziger Ellen im Durchmesser; war aus einer kupfernen Platte geschlagen und sehr wohl polirt.

92.

Die Elektricität der gewöhnlichen Maschinen, oder die der galvanischen Säule ist an und für sich nur Flächenkraft (Theorie der Elektricität); wird sie aber auf einen hohen Grad verstärkt, so geht sie in den Chemismus über, und wirkt dann Verbrennung der verbrennlichen Körper, wenn sie zwischen zwei Leitern gelegt werden, welche den elektrischen Funken bedingen. Nicht nur leicht entzündliche Körper, als da sind Calaphoniumstaub, zerriebenes Schiefspulver u. a. sondern auch dünne Gold - Silber - Kupfer - und Zinn - Blättchen werden im Augenblicke von der chemisch - elektrischen Kraft zerstört (Van Marum's Versuche). Werden galvanische Säulen von sehr grossen Platten gebaut, so bringen sie eine Hitze hervor, welche an Gewalt alle bekannte Entzündungsarten weit übertrifft. Der Apparat des Children (in England) macht in einem Augenblicke einen dicken Platindrath auf 6 Fufs weifs glühend, und schmelzt ihn in Tropfen, u. s. w.

* Hier erscheinen die Grundkräfte der Natur zum höchsten Leben erweckt, mit gewaltigster Energie, und mit der Geschwindigkeit des Blitzes wirkend.

93.

Selbstentzündungen weisen, der Pyrophor, das Gemisch von Schwefel, Eisen und Wasser, feuchtes zusammengedrücktes Heu, u. a. m.

94.

Pyrophor ist nach Gren (Handbuch der Chemie etc.) eine Mischung aus höchst trockenem, ätzenden Gewächssalkali, Schwefel, Kohlen und Thonerde. Das Gemengsel hat grosse Verwandtschaft zu den feuchten Theilen der Atmosphäre, und zieht dann dieselben ein, wo durch das Festwerden der Dünste schon Wärme in Freiheit tritt (69.). Alkali, dessen Verwandtschaft durch die entstandene Wärme zum Oxygen der Luft erhöht wird, zersetzt die Luft, sich das Oxygen aneignend, wodurch die daraus befreite Expansion die Masse vollends erhitzen und entzünden kann.

95.

In der Mischung von Schwefel, Eisen und Wasser, säuert das Wasser das Eisen, wobei Wärme entsteht (69), die bei einer beträchtlichen Masse so intensiv wirken kann, daß der Schwefel schmilzt, und zur angrenzenden Luft eine solche Verwandtschaft erhält, daß dieselbe zersetzt, Licht und Wärme aus ihr frei, und das Gemische entzündet wird. Solche Selbstentzündungen liefern, der Versuch Lemmery's, dann Steinkohlenschichten, alauische Torfhaufen u. d. gl. Das unterirdische „vulkanische Feuer“ mag in ähnlichen Selbstentzündungen seinen Grund haben, u. s. w.

96.

Wird Heu (Grummet) feucht in die Scheuern gebracht, und in Massen übereinander gelegt: so erfolgt Erhitzung im Innern der Masse, und, wenn die Luft gehörigen Zutritt hat, eine Selbstentzündung. Die Anhäufung der feuchten Pflanzen (des Getreides, der Flachssamenkapseln u. d. gl.) veranlaßt einen grossen Druck, dadurch entsteht dann (wie beim Hammern u. d. gl.) schon Wärme (69.), welche die feuchten Theile in Dämpfe auflöst, die dann mit seiner Expansivkraft in die

Zwischenräume der Pflanzen eindringen, und ihre Auflösung bewirken, wobei die verwandten Stoffe in Thätigkeit gesetzt, die Wasserdämpfe zerlegen, dadurch wieder mehr Expansion frei machen, und Hitze verursachen, so, daß die erhitzte Masse die hinzukommende Luft zersetzen, und daraus Licht und Wärme befreien kann, wovon die Heumasse ergriffen, und in Flamme gesetzt werden muß.

* Vergleicht man die vorgetragene Lehren von der Verbrennung mit denen von Stahl, Crawford, Voigt u. a. (Lampadius, Darstellung der vorzüglichen Theorien des Feuers etc. Göttingen 1793.); so wird wohl der Sieg auf Seite der Dynamik nicht zweifelhaft sein?

97.

Sehen wir nochmal auf den Inhalt dieser Licht-Farben- und Wärme-Theorie zurück, so erhellet, wie mich dünkt:

es sei die Natur des Lichtes, der Farben und der Wärme in den dynamischen Kräften, als einem unbedingten Grunde klar nachgewiesen,

Die Hauptphänomene des Lichtes der Farben und der Wärme aus denselben, als einem eigentlichen Princip, abgeleitet, und das Viele und Mannigfaltige der Erscheinungen in Einheit und Zusammenhang gebracht,

sonach in der Wirklichkeit eine dynamische Licht-Farben- und Wärme-Theorie vorgetragen.

98.

Allerdings ist noch Manches zu fragen und zu erörtern übrig. Allein des Fragens und Erörterns wird in den menschlichen Wissenschaften nie ein Ende werden. Die Aufgabe jeder Wissenschaft ist unendlich. Bedenken wir dieses, und sind wir unserer Endlichkeit und Beschränkung eingedenk, so werden wir uns gerne bescheiden: es sei im unermesslichen Gebiete der Naturforschung schon viel Land gewonnen,

wenn wir die Natur überhaupt ihrem Wesen nach erkennen,

und demnach in ihr selbst einen absoluten Erkenntnisgrund aller ihrer Erscheinungen erfassend, sie auch zu dolmetschen und zu erklären vermögen.

99.

Aber eben so weit führet die dynamische Physik. Dieselbe bietet statt des Heeres von Hypothesen ein Naturprincip; pflegt und nützt mit Sorgfalt die Empirie, und hebt zu Ansichten dessen, was in der Sinnenwelt verborgen, aber das an sich wahre Sein ist. Verabschieden wir also jene Erklärungsgründe, von denen man nichts weiß, und die man, um sein Nichtwissen zu decken, in Worte hüllt, Materien, Stoffe, Aethere, u. s. w. nennt, sie nach Lust verfeinert, und nach Belieben mit Qualitäten ausstattet! Dergleichen Annahmen oder Dichtungen helfen unserer Dürftigkeit im Erkennen der Natur nicht ab; sondern stellen sie nur bloß. — Fahren wir immer fort die Erscheinungswelt zu beobachten, unsere Erfahrungskenntnisse zu erweitern, und aus diesen Gewinn für das gemeine Leben zu ziehen. Aber geben wir auch der Wissenschaft ihren Theil, und erheben

wir uns von der Sinnenwelt zur Allkraft
der Natur, die ihre Realität durch
die Werke der Natur beurkundet, und auch
zum Verstehen derselben zureicht.

Dillingen im Mai 1818.

R e v i s i o n .

Seite 26. ist Zeile 26. anstatt 28. zu lesen 29.

Seite 47. setze man in der Zeile 8. nach dem Worte
„Stralen“ ändern, und sie

Seite 52. lese man Zeile 26. unterscheidbaren
anstatt unterschiedbaren.

Seite 56. lese man Zeile 8. zwei feuchte Glasplatten.

Seite 93. lese man Zeile 10. einwickele statt ein-
wickeln.

THE
JOURNAL
OF
JAMES
MILN

1841

1841. The first of the year was spent in the
city of New York. The weather was very
warm and the people were very
kind. The first of the year was spent in the
city of New York. The weather was very
warm and the people were very
kind.

1842

1842. The first of the year was spent in the
city of New York. The weather was very
warm and the people were very
kind.

Weber, Joseph von,

Dynamische Licht-, Farben- und Wärme-Theorie

Augsburg 1818

Phys.sp. 726 m

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10135026-6